



«Утверждаю»

Генеральный директор
ТОО «Казатомпром - SaUran»

Токсанбаев Б.М.

2025 год

ПРОЕКТ

нормативов допустимых сбросов

ТОО «Казатомпром-SaUran»

Рудник «Мынкудук»

Разработчик:

ТОО «КазПрогрессСоюз»

Лицензия 01400Р №0042943 выдана 17.06.2011 г

Директор



Кошпанова А.

Астана 2025 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Разработка проекта нормативов допустимых сбросов «Рудник «Мынкудук» ТОО «Казатомпром-SaUran» выполнена ТОО «КазПрогрессСоюз» (государственная лицензия 01400Р №0042943 выдана 17.06.2011 г. – Приложение 2 настоящего проекта).

Реквизиты разработчика проекта:

Наименование:	Товарищество с ограниченной ответственностью «КазПрогрессСоюз»
Юридический адрес:	010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Д. Кунаева д. 14/1 к.82
Фактический адрес:	010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. К. Мухамедханова, д. 21 к. 7 офис 32
БИН:	110 240 020 787
Тел./факс:	+7 (705) 723-53-63
e-mail:	kazprogresssoyuz@yandex.kz

СОДЕРЖАНИЕ

	Аннотация	4
	Введение	5
1	Общие сведения о предприятии	7
1.2	Характеристика современного состояния водного объекта	11
2	Характеристика предприятия как источника загрязнения водных объектов	14
2.1	Краткая характеристика технологии производства промплощадки Рудника «Мынкудук»	14
2.2	Краткое описание технологии очистки сточных вод и применяемого оборудования Рудника «Мынкудук»	17
	Эффективность работы очистных сооружений	19
2.3	Оценка степени соответствия применяемой технологии производства и методов очистки сточных вод, передовому научно-техническому уровню в стране и за рубежом	21
2.4	Перечень загрязняющих веществ в составе сточных вод предприятия	25
2.5	Расчет водного баланса	26
4	Расчетная часть	27
4.1	Общая характеристика загрязнений и методическая основа расчета ПДС.	27
4.2	Методическая основа расчета ПДС	64
4.3	Влияние сбросов загрязняющих веществ на окружающую среду	72
4.4	Расчет нормативов ПДС для хоз-бытовых стоков в пруд накопитель	72
4.5	Мероприятия по соблюдению нормативов ПДС	73
5	Обработка и складирование осадков сточных вод	74
6	Контроль за соблюдением нормативов ПДС на предприятии	75
	Список используемой литературы	76
	Приложения	77
	Протокола испытаний за период 2022-2024 гг.	
	Разрешение на спецводопользование	
	Договор на оказание услуг	
	Отчеты 2-ТП	

АННОТАЦИЯ

Настоящий проект нормативов предельно - допустимых сбросов загрязняющих веществ для объекта «Рудник «Мынкудук» ТОО «Казатомпром-SaUran» (далее - Филиал) разработан в целях получения Разрешения на воздействие на период 2026-2028 годы.

В данном проекте разработаны нормативы допустимых сбросов (НДС) загрязняющих веществ с хозяйственно-бытовыми сточными водами в пруд накопитель.

С целью определения условий сброса загрязняющих веществ и с учетом принятых технических решений системы водоотведения, выполнен расчет предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ, определены нормативы предельно допустимого сброса по 12 показателям: взвешенные вещества, сухой остаток, нефтепродукты, полифосфаты, ХПК, нитриты, нитраты, ПАВ, БПК, хлориды, сульфат, водородный показатель.

Веществ 1-го класса опасности в составе сточных вод нет.

Для веществ, попадающих под общие требования показателей состава и свойств воды, такие как рН, прозрачность, температура и прочие нормативы НДС не рассчитываются, показатели веществ должны удовлетворять требованиям Санитарно - эпидемиологических правил и норм, утвержденных Министром здравоохранения от 20.02.2023 г №26.

Водоснабжение промплощадки «Мынкудук» осуществляется из собственных 6 водозаборных скважин технической воды.

В целом хозяйственно-бытовые сточные воды будут отводиться для:

- Рудник «Мынкудук» в объеме 33,154 тыс. м³ /год;

Общее количество загрязняющих веществ, сбрасываемых очищенными хозяйственно-бытовыми сточными водами:

- в пруд накопитель составит 123,28 т/год.

ВВЕДЕНИЕ

Целью разработки данного проекта НДС является установление лимитов на сброс загрязняющих веществ, оценка воздействия деятельности предприятия в аспекте «водопотребление-водоотведение», контроль соблюдения нормативов предельно допустимых вредных воздействий на окружающую среду.

В основу настоящего документа положены исходные данные, представленные «Рудник «Мынкудук» ТОО «Казатомпром-SaUran».

Кроме того, использованы материалы инвентаризации источников водопотребления и водоотведения, экологической отчетности и др., полученные во время обследования и изучения деятельности предприятия.

Научно - методические подходы к установлению норм предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты основаны на общепринятых в области охраны водных ресурсов основополагающих документах:

- Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года № 481-ІІ (с изменениями и дополнениями по состоянию на 20.11.2025 г.);
- Экологический Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VІ ЗРК (с изменениями и дополнениями по состоянию на 20.11.2025 г.);
- РНД 211.2.03.01-97 Инструкция по нормированию сбросов загрязняющих веществ в водные объекты
- Рекомендации по оформлению и содержанию проекта нормативов предельно допустимых сбросов в водные объекты (ПДС) для предприятий (1992).
- Методика определения нормативов эмиссий в окружающую среду, утвержденная Приказом Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 10 марта 2021 года № 63;
- РНД 1.01.03-94. Правила охраны поверхностных вод Республики Казахстан, Алматы. 1994;

- НТП РК 4.01-05-2014 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНЕПЛОЩАДОЧНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»;

- СНиП РК 4.01-02-2009 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения (с изменениями и дополнениями по состоянию на 20.11.2025 г.);

- СН РК 4.01-03-2013 Водоотведение Наружные сети и сооружения;

- СанПиН 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения»;

- Санитарно-эпидемиологические правила и нормы «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов». Приказ Министра здравоохранения РК от 20.02.2023 г №26;

- «Санитарно-эпидемиологические требования к санитарно-защитным зонам объектов, являющихся объектами воздействия на среду обитания и здоровье человека» Приказ Министра здравоохранения РК от 11.01.2022 г за №КР.ДСМ-2.

Срок достижения нормативов НДС – 2026 г. Срок действия проекта составляет три года.

Раздел 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ

1.	Полное наименование организации	Товарищество с ограниченной ответственностью «Казатомпром-SaUran» Рудник «Мынкудук»
2.	Вид собственности	Частная
3.	Год ввода в эксплуатацию	2006
4.	Состав и структура предприятия	Рудник ПСВ месторождение «Мынкудук»
5.	Юридический адрес	161003, Республика Казахстан, Туркестанская область, Сузакский район, сельский округ Таукент, село Таукент микрорайон «1 Ыкшамаудан», дом 133, квартира 108,
6.	Почтовый адрес	РК, г. Шымкент, Каратауский район, пр. Байдибек Би 126/1, БЦ «Кайнар», 4 этаж
7.	Контактная информация (телефон, факс, E-mail)	Телефон: +7 (7780960000) +40006/40000 e-mail: sauran@sauran.kazatomprom.kz
8.	Краткая характеристика основных видов деятельности организации:	Разведка, добыча, переработка и реализация природного урана.
9.	Номенклатура выпускаемых товаров или оказываемых услуг	Уран природный в виде химического концентрата природного урана (ХКПУ)
10.	Мощность по основной номенклатуре	800 т/год
11.	Наличие разрешительной документации на горный отвод	Контракт на проведение разведки и добычи урана на месторождении «Заречное» в Туркестанской области Республики Казахстан заключенный между МЭМР РК (Компетентный орган) и АО НАК «Казатомпром» (Подрядчик), Горный отвод месторождения.
12.	Руководитель организации должность, фамилии, имя, отчество	Генеральный директор ТОО "Казатомпром - SaUran" - Токсанбаев Б.М.

Промплощадка Рудника «Мынкудук» ТОО «Казатомпром-SaUran» расположена на территории Сузакского района Туркестанской области.

Офис в п. Кыземшек.

Количество площадок – одна.

Водовыпуск один.

Для отвода сточных вод на предприятии предусмотрена система канализации.

Хозяйственно – бытовые и близкие к ним по составу сточные воды от сан.узлов, душевых, столовых промплощадки Рудника «Мынкудук» отводятся самотечным коллектором и перекачкой насосами на очистные сооружения очистки сточных вод, после очистки поступают в накопитель сточных вод. Промышленные стоки после очистки сбрасывается в емкость выщелачивающих растворов (ВР).

Очистка производится на очистных сооружениях, где промышленные стоки отстаивается два часа.

Промышленная площадка Рудника «Мынкудук» относится к Сузакскому району Туркестанской области. промплощадки Рудника «Мынкудук» расположена в центральной части Чу-Сарысуйской депрессии, в 60 км к северо-западу от п. Кыземшек.

Эксплуатация Рудника Мынкудук начата с 1987 года.

В настоящее время добыча урана проводится способом, подземного скважинного выщелачивания.

В процессе производственных работ на промплощадки Рудника «Мынкудук» продуктивные растворы с повышенной концентрацией радионуклидов извлекаются на поверхность и перерабатываются. Завершая отработку месторождения на контрактных территориях, локальные участки месторождения вынуждены оставлять не освоенными, имеющие ограниченные запасы урана, разработка которых в промышленном масштабе экономически нецелесообразна. Оработку таких участков месторождений, возможно осуществить автономным мобильным комплексом. Конечный продукт, смола насыщенная ураном, которая будет транспортироваться для дальнейшей переработки.

При извлечении, транспортировке и переработке продуктивных растворов, а также при вспомогательных работах, происходит незначительное выделение и рассеивание радиоактивных и вредных химических веществ,

представляющих потенциальную опасность для персонала, населения и окружающей среды.

Порядок обращения с радиоактивными веществами определяется «Программой обеспечения качества радиационной безопасности», которая разработана для рудника «Мынкудук».

Очистные сооружения промплощадки Рудника «Мынкудук» эксплуатируются с 2006 г.

Допустимая концентрация загрязняющих веществ, отводимых со сточными водами предприятия в пруд накопитель промплощадки Рудника «Мынкудук» рассчитана из показателей фонового состояния накопителя, состава сточных вод и предельно-допустимых концентраций и технической возможности очистных сооружения очистки сточных вод компании «Вэй Синь» (Китай) с производительностью 6 м³/час.

Ситуационная карта-схема района размещения предприятия предприятия представлена на рисунке 1.

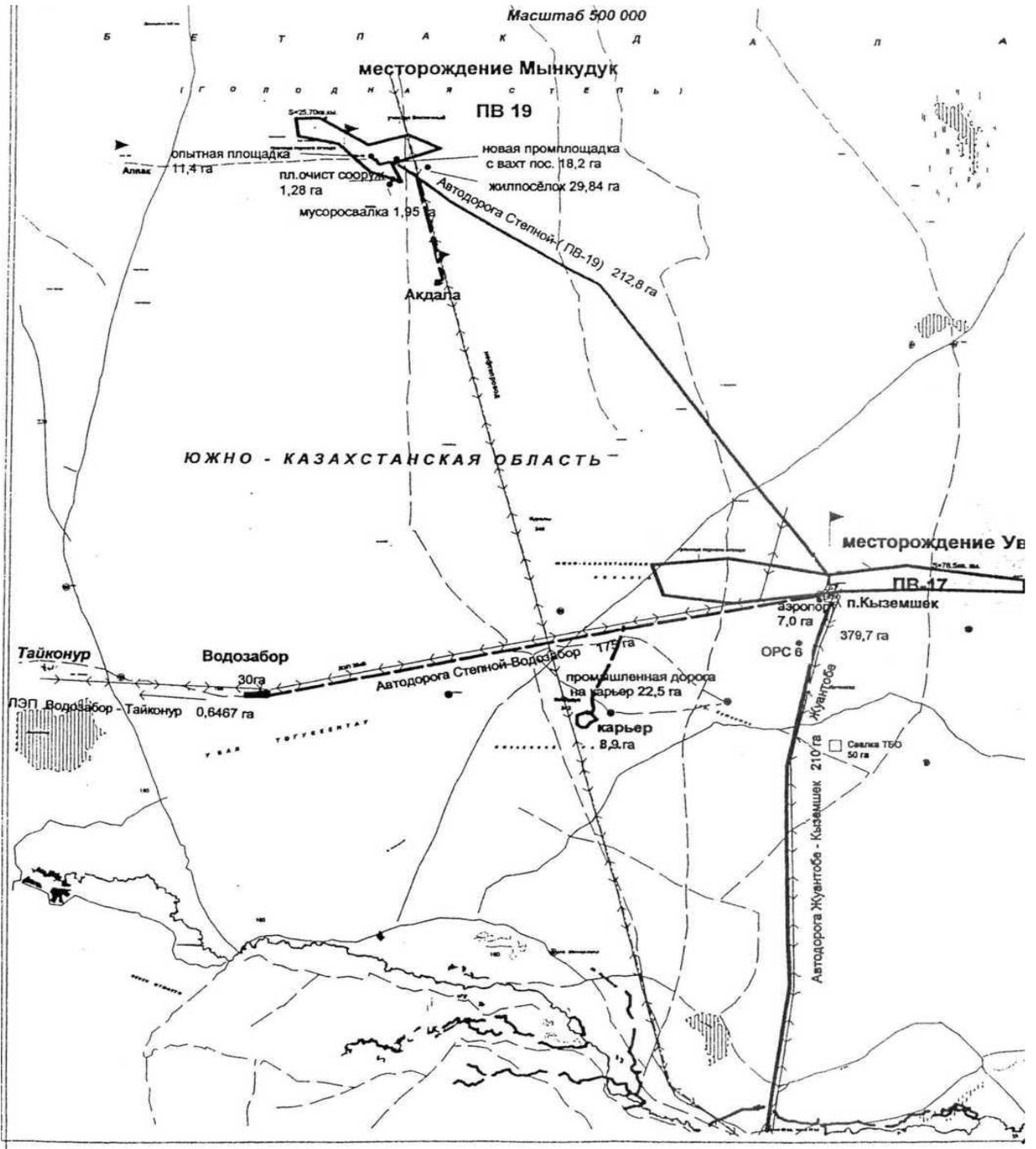


Рисунок 1. Ситуационная карта – схема Филиала «Степное РУ»
ТОО «Казатомпром-SaUran»

1.1 Характеристика современного состояния водного объекта

В районе расположения объектов Филиала поверхностные воды отсутствуют. Естественные выходы (источники) подземных вод на поверхность также не установлены. Географическая сеть в пределах района развита слабо. Небольшие горные речки с гор Каратау теряются в рыхлых отложениях предгорной равнины.

Годовая сумма атмосферных осадков не превышает 45-125 мм (максимум осадков приходится на март-май). Среднее месячное количество осадков, выпадающих в данном районе 149,2 мм, с продолжительным сухим жарким периодом, испарение с водной поверхности составляет 820 мм. Выпадающие атмосферные осадки сразу инфильтрируются в рыхлые поверхностные отложения.

Водный объект, на которое может оказать воздействие деятельность объектов Филиала, являются подземные воды.

Согласно схеме структурно-гидрогеологического районирования месторождение Мынкудук расположено в пределах Тастинского артезианского бассейна 3-го порядка Сарысуйского артезианского бассейна 2-го порядка, входящего в состав крупного Чу-Сарысуйского артезианского бассейна 1-го порядка.

Месторождение характеризуется спорадическим распространением грунтовых и артезианских (напорных) вод, приуроченных к песчаным отложениям. Грунтовые воды связаны с четвертичными и неогеновыми отложениями, напорные (артезианские) – с отложениями палеоцена и позднего мела.

В вертикальном разрезе Сарысуйского артезианского бассейна выделяются два структурных гидрогеологических этажа:

А - верхний – мезозойско-кайнозойский чехол, вмещающий порово-грунтовые и порово-пластовые воды;

Б - нижний, сложенный палеозойскими (пермь, карбон) образованиями промежуточного этажа, содержащий трещинно-пластовые, трещинно-карстовые и трещинные воды.

В составе верхнего гидрогеологического этажа выделяются три водоносных

комплекса. К первому относится комплекс поровых грунтовых вод и вод спорадического распространения неоген-четвертичных отложений, ко второму – комплекс напорных и слабонапорных порово-пластовых вод палеоцен - эоценовых образований и к третьему - комплекс напорных вод верхнемеловых отложений.

По стратиграфической принадлежности и литологии, условиям залегания и циркуляции, питания и разгрузки в пределах Рудника Мынкудук выделяются следующие водоносные горизонты:

а) подземные воды спорадического распространения в отложениях неогена – N_1^2 - N_2^2 ;

б) подземные воды спорадического распространения в отложениях бетпакадалинской свиты верхнего олигоцена - нижнего миоцена - $P_3^2 - N_1^1$;

в) жалпакский водоносный горизонт кампана-нижнего палеоцена - K_2km - P_1^1 ;

г) инкудукский водоносный горизонт верхнего турона-сантона - K_2t_2st ;

д) мынкудукский водоносный горизонт нижнего турона - K_2ti ;

е) трещинные воды палеозойских отложений - PZ.

Четвертичные отложения и приуроченные к ним подземные воды на площади промплощадки Рудника «Мынкудук» отсутствуют.

Грунтовые и артезианские воды водоносных горизонтов, обводняющие Рудник Мынкудук, являются солеными, имеют высокую минерализацию (от 3,3 до 6,1 г/л), повышенное содержания радия (10^{10}) - 10^9 г/л) и некоторых микроэлементов, и в силу этого также являются непригодными для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Исследования, проведенные АО «Волковгеология» показали, что в подземных водах рудовмещающих горизонтов, в пределах и вокруг поля месторождения существует неблагоприятная эколого-гидрохимическая и обстановка, обусловленная природными причинами. Воды рудовмещающих водоносных горизонтов в пределах участка, содержат повышенные концентрации радионуклидов уранового ряда (Ra-226, Rn-222, Po-210, Pb-210). Практически на всей площади района концентрация урана (радия) в рудовмещающих водоносных

горизонтах превышает $ДОА_{нас}$ («Санитарные правила "Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности", утвержденные Приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 15 декабря 2020 года № ҚР ДСМ-275/2020). Содержание урана и радия в подземных водах рудных залежей на месторождении составляет, г/л: U238- до $4,6 \cdot 10^{-6}$ г/л, Ra226- до $8,2 \cdot 10^{-10}$ г/л, что превышает уровень вмешательства для питьевых вод по радию - 0,49 Бк/кг (Санитарные правила "Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности", утвержденные Приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 15 декабря 2020 года № ҚР ДСМ-275/2020).

Таким образом, воды рудовмещающих водоносных горизонтов являются непригодными для всех видов водопользования. Использование их в хозяйственных целях запрещено, т.к. может привести к поступлению в организм избыточных количеств радионуклидов.

Согласно СанПиН «Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к санитарно-защитным зонам объектов, являющихся объектами воздействия на среду обитания и здоровье человека" утвержденные Приказом и.о. Министра здравоохранения Республики Казахстан от 11 января 2022 года № ҚР ДСМ-2, для очистных сооружений и пруда накопителя принят санитарный разрыв 200,00 м.

Раздел 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ИСТОЧНИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

2.1. Краткая характеристика технологии производства промплощадки Рудника «Мынкудук»

В соответствии с морфологией и гидрогеологическими условиями рудных залежей, а также на основании анализа отработки аналогичных месторождений, применяется схема вскрытия технологических блоков, рекомендованная научными институтами ВНИИ протехнологии и ВНИИХТ. Вскрытие продуктивного горизонта производится бурением и сооружением технологических скважин с поверхности земли с обсадкой их полиэтиленовыми трубами с установкой фильтров в интервале продуктивного горизонта. Средняя глубина скважин на Руднике «Мынкудук» - от 206 до 343,0 метров. После прокачки скважин и достижения ими проектных параметров эксплуатации, скважины обвязываются трубопроводами для подачи в продуктивный пласт выщелачивающих растворов и отбора из пласта продуктивных растворов.

Подачу выщелачивающих растворов в недра осуществляют их свободным наливом через закачанные скважины с концентрацией серной кислоты от до 25,0 г/л, в зависимости от степени отработки технологического блока. Различают три режима подачи серной кислоты: закисление – средняя концентрация 25,0 г/л, активное выщелачивание — 8,0 – 12,0 г/л и до выщелачивание - 5,0 – 6,0 г/л. Расход серной кислоты определяется в основном свойствами минералов выщелачиваемых пород.

Отбор растворов из откаченных скважин осуществляется с помощью погружных насосных установок. Для промплощадки Рудника «Мынкудук» это шестидюймовые установки, опущенные на глубину до 150,0 метров и имеющие производительность от 8,5 до 10,5 м³/час. Отбор растворов из ёмкостей, откуда шлангами под напором их направляют непосредственно на загрязненные поверхности. За качеством проведенных уборок регулярно следит служба контроля РБ и ООС, оснащенная соответствующей радиометрической аппаратурой.

Производственные сточные воды

Производственные сточные воды образуются от смыва полов, аварийного

душа, питьевого фонтанчика поступают по разуклонке пола в технологический приямок, откуда перекачиваются насосом в технологический процесс.

От лабораторных раковин для смыва загрязненной посуды, отводов стоков осуществляется в технологический приямок ЦППР, для возврата в технологический процесс.

Для очистки и мойки спецавтотранспорта, используемого при грузотранспортных перевозках на промплощадке Рудника «Мынкудук» или работающего в загрязненных зонах перед отправкой в гараж или выездом за пределы СЗЗ для выполнения специальных (разовых) работ, а также оборудования, металлолома, материалов имевших контакт с технологическими растворами ПР и ВР и продуктами их переработки, направляемых на ремонт и предназначенных для повторного использования как на промплощадке, так и за его пределами, предусмотрено создание пункта дезактивации с постом мойки и постом радиационного контроля.

Пункт дезактивации находится в отапливаемом здании (восточнее ЦППР) с асфальтно – бетонным покрытием пола.

Здание оборудовано подъездными путями для подачи автотранспортом загрязненного оборудования и разгрузки с помощью автопогрузчика, моечным оборудованием, узлом приготовления дезактивирующих растворов.

Рядом со зданием находятся локальные очистные сооружения для очистки отработанных растворов от нефтепродуктов и механических загрязнений.

Мойка производится на проездом моечном посту. Пост мойки конструктивно выполнен в виде бетонной моечной площадки, что обеспечивает быстрое удаление смываемых загрязнений. Для отвода воды и загрязнений предусмотрены водоотводные каналы и лотки с уклоном 3%. Передвижение автотранспорта на посту мойки - своим ходом, а оборудования (включая разгрузку и установку) - с помощью автопогрузчика.

Для подготовки специальных моющих растворов используется моечная установка, включающая в себя баки для растворения, дозирующее устройства для расходных реагентов и встроенные насосы. Подача растворов на пост мойки производится насосом.

Пропускная способность пункта дезактивации определена исходя из расчета, что продолжительность дезактивации для автотранспорта и крупногабаритного оборудования составляет 1 - 2 часа в зависимости от степени загрязненности объектов дезактивации и с учетом потребности в них участка (6-8 ед. оборудования и автотранспорта в смену).

Расход воды на один спецавтомобиль составляет в среднем $0,550 \text{ м}^3$. Водопотребление пункта дезактивации составит $1,567 \text{ м}^3$ /сутки или $0,572 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$.

После окончания работ (смены) по дезактивации оборудования и автотранспорта поверхность площадки промываются технической водой под давлением.

Отработанные дезактивирующие растворы (производственные сточные воды) и дренажная вода по уклону на поверхности площадки поступают в железобетонный приямок и погружным насосом откачиваются на локальные очистные сооружения. Очистные сооружения имеют в своем составе камеру отстаивания, где сточные воды освобождаются от механических загрязнений, камеру сбора масла и нефтепродуктов и камеру осветленных сточных вод. Очищенные от нефтепродуктов сточные воды подаются погружным насосом в емкость выщелачивающих растворов (ВР). После отстаивания растворы, с помощью насосов направляются в технологический процесс на выщелачивание. Производственная сточная вода используется по замкнутому циклу в технологическом процессе.

Удаление уловленных нефтепродуктов и осадка из очистных сооружений пункта дезактивации, а также случайно разлившийся нефтепродукт производится по мере необходимости с последующим их вывозом, на открытую площадку для хранения низко-радиоактивных отходов (НРО).

Склад нефтепродуктов в целях охраны окружающей среды от загрязнения нефтепродуктами оборудован производственно-ливневой канализацией для сбора производственных и ливневых стоков.

Случайно разлившийся нефтепродукт, собирают в сборник для отработанных нефтепродуктов, а площадку очищают «сильной» струей воды

расходом 1,2 л/м³ из автоцистерны, направляя стоки в дождеприемник, откуда по трубе они поступают на локальные очистные сооружения ТЗП.

Ливневые и талые воды

Рудник «Мынкудук» удален от населенных мест, и не канализован. Открытые водоисточники на территории месторождения отсутствуют.

Ливневые и талые воды собираются на очистные сооружения дождевых сточных вод для очистки от механических загрязнений и нефтепродуктов.

Очищенные сточные воды до норм ПДК для технической воды, подаются на полив территории.

В инженерно-геологическом и гидрогеологическом отношении в районе распространены супеси, пески и глины миоцен-полиоценовых отложениях (N²₁ - N²₁) Торгузкой толщи, мощностью до 29,0 м. Коэффициент фильтрации глин 0,004 м/сутки.

Поэтому полив ливневыми и талыми водами не будет оказывать неблагоприятное влияние на окружающую среду.

2.2 Краткое описание технологии очистки сточных вод и применяемого оборудования Рудника «Мынкудук»

Хозяйственно-бытовые и близкие к ним по составу сточные воды от сан.узлов, душевых, столовых отводятся самотечным коллектором и перекачкой насосами на очистные сооружения очистки сточных вод компании «Вэй Синь» (Китай), с производительностью 6 м³.

При технологическом процессе переработки стоков применяется метод 2-х ступенчатой биохимии. Сток попадает в водосборник через сепаратор. Затем из регулирующего бассейна насосом перекачивается в гипоксический бассейн. Далее сток подается в бассейн, где производится 1 ступень процесса биохимической очистки микроорганизмами. Вода на выходе попадает в бассейн для производства 2 ступени биохимического процесса. Обрабатываемый сток проходит через осадочный бассейн, где грязь и песок удаляются под действием газовой установки. Далее в антисептическом бассейне сток дезинфицируется. В среднем бассейне производится тонкая фильтрация воды.

Санитарно-защитная зона сооружений биологической очистки составляет 200 м и входит в санитарно-защитную зону проектируемого производства

Обеззараженная и очищенная вода подается в накопитель очищенных стоков.

Фактический ежедневный сброс на объекте будет составлять 90,832 м³/сутки, что не превышает паспортные данные. Максимальная пропускная способность - 144,0 м³/сутки.

На объекте на очистку поступают бытовые и близко к ним по составу производственные сточные воды.

Технология и соответствующее оборудование обеспечивает обработку мусора, песка и осадка, достаточную для дальнейшей утилизации.

Станция очистки сточных вод компании «Вэй Синь» (Китай), разработаны на основе опыта больших станций очистки сточных вод (очистных сооружений) с мелкопузырчатой аэрацией, как прерывистой, так и непрерывной.

Накопитель (1 карта) емкостью 21204 м³ предназначен для естественной очистки поступающих бытовых и близко к ним по составу производственных сточных вод.

Утвержденный сброс сточных вод в пруд накопитель составляет в объеме - 33,154 тыс. м³/год (90,832 м³/сут, 3,785 м³/час, 1,051 л/сек).

Характеристика эффективности очистных сооружений приводится в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Эффективность работы очистных сооружений

Состав очистных сооружений	Наименование показателей, по которым производится очистка	Мощность очистных сооружений						Эффективность работы					
		проектная			фактическая			проектные показатели			фактические показатели (средние за 3 года)		
		м3/час	м3/сут	тыс. м3/год	м3/час	м3/сут	тыс. м3/год	Концентрация, мг/дм3		Степень очистки, %	Концентрация, мг/дм3		Степень очистки, %
								до	после		до	после	
очистки		очистки											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Очистные сооружения													
Очистные сооружения	Нефтепродукты, суммарно	6	144	52,56	2,436	58,464	21,3394	50	1,15	97,7	3,48	0,57	83,621
	Взвешенные вещества							500	10	98	43,29	28,59	33,957

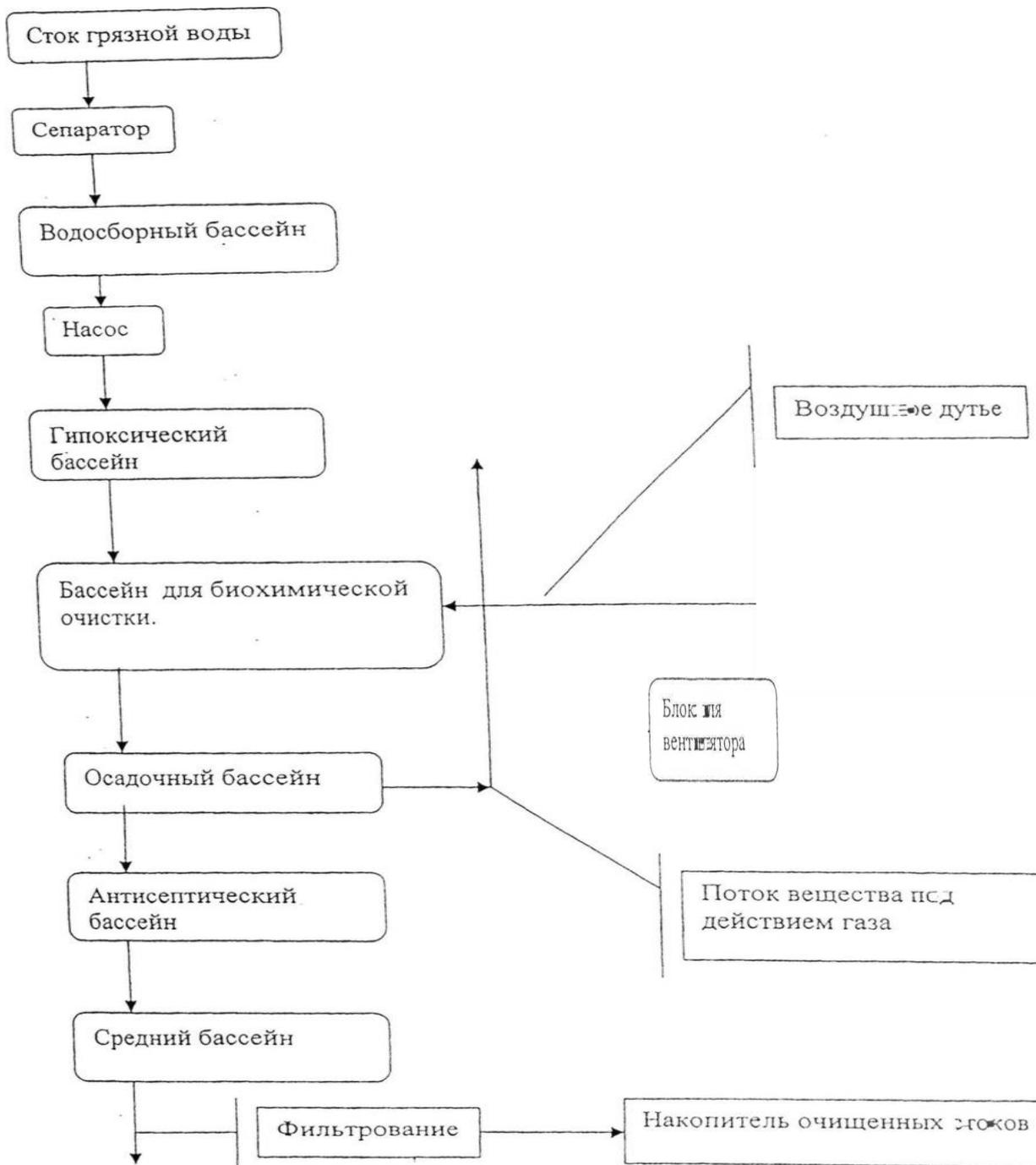


Рисунок 2. Схема технологического процесса

2.3 Оценка степени соответствия применяемой технологии производства и методов очистки сточных вод, передовому научно-техническому уровню в стране и за рубежом.

Производство предназначено для переработки урансодержащих руд методом подземного скважинного выщелачивания серноокислыми растворами на месте залегания руд. Технология добычи урана методом подземного скважинного выщелачивания и переработки продуктивных растворов является замкнутой и безотходной. По сравнению с другими способами он характеризуется следующими преимуществами:

- при разработке месторождения на поверхность извлекается только полезный компонент;
- минимальность отрицательного влияния на поверхность земли по сравнению с традиционными горными способами подземной или открытой добычей руды;
- в ходе отработки и после нее отсутствуют проседания и нарушения земной поверхности;
- отсутствуют отвалы беднотоварных руд и пустых пород, а также хвостохранилищ, т.к. добыча производится по замкнутому циклу переработки продуктивных растворов;
- удельные экономические затраты на добычу единицы продукции наименьшие из возможных;
- капитальные затраты минимальные.

На участках добычи и передела отсутствует пылеобразование. Существенно сокращаются объемы перерабатываемого производства за счет исключения из технологической схемы операций рудоприемки и рудоподготовки. Кроме того, добыча характеризуется незначительностью объёмов выбросов и сбросов радиоактивных и вредных химических веществ в окружающую среду.

Технологический процесс переработки продуктивных растворов является замкнутым циклом переработки и не имеет сбросных (хвостовых) растворов.

В части охраны недр незначительным негативным фактором является

воздействие выщелачивающих растворов на рудовмещающие горизонты, сопровождающиеся нарушением природного химизма и радионуклидным загрязнением подземных вод рудовмещающих горизонтов.

Детальная разведка и результаты исследований, выполненных АО «Волковгеологией» показывают, что процессы ПВ урана на технологических площадках, во время непрерывного производства, практически не оказывают влияния на подземные воды, находящиеся вне добычных блоков. При этом следует иметь в виду, что объемы продуктивных и остаточных растворов в это время находятся в изначально загрязненных природными процессами водоносных горизонтах, непригодных для всех видов водопотребления.

Низкая естественная скорость движения подземных вод в пределах 3-5 м/год, позволяющая локализовать в пласте кислые растворы в пределах контура месторождения и ограничить их растекание по потоку подземных вод.

Ожидаемые нейтрализация и деминерализация подземных вод пройдут в контуре геологического отвода.

По результатам наблюдений за процессом самовосстановления водоносного горизонта, проведенными специалистами АО «Волковгеология», показано, что полное восстановление пород в верхней части и не полное восстановление нижней части пород произойдет в пределах СЗЗ в течение 14 лет.

Результаты сравнений распределений значений рН и плотного остатка подтверждают наличие естественной восстанавливаемости горных пород после воздействия процессов ПСВ. Степень и скорость их восстановления зависит от геолого-гидрогеологических и геотехнологических условий разреза закисления.

Скорость восстановления подземных вод на примере участка ОПВ-1 месторождения Инкай, составляет 39 лет для большей части ореола и 69 лет для его отдельных пятен.

Таким образом, распространение радионуклидов с потоком подземных вод за пределы контура геологического отвода не ожидается.

Согласно плана горных работ после завершения отработки первых блоков в обязательном порядке предусматривается контрольное бурение и организуется комплекс гидрогеологических и геофизических исследований с целью:

- подтверждения полноты отработки;
- выделения и оконтуривания площадей с сохранившимися в недрах продуктивными растворами;
- определения наличия кислотных растворов в водоносных горизонтах;
- изучения процесса естественного растекания подземных вод;
- корректировка сети технологических скважин.

— -
После завершения исследований в скважинах, последние ликвидируются с целью предупреждения перетоков пластовых вод по стволу скважины.

Технологический и специальный контроль, предусмотренный проектом и ежегодным составлением планом горных работ. Контрольное бурение, являются достаточными для изучения степени изменения химического состава природных вод, степени извлечения урана и полезных попутных компонентов, определения контура растекания технологических растворов, химико-минералогического изменения руд и вмещающих пород под воздействием промышленных работ и составления отчета с учетом требований нормативных документов.

На основании изложенного ожидается, что распространение загрязнения на период эксплуатации на промплощадки Рудника «Мынкудук» не окажет существенного воздействия на состояние недр.

Порядок обращения с радиоактивными веществами определяется программой обеспечения качества радиационной безопасности Рудника «Мынкудук» ТОО «Казатомпром-SaUran».

Организация и мероприятия радиационной защиты персонала обеспечивают ограничение облучения работающих от всех внешних и внутренних источников ионизирующего излучения в суммарной дозе, не превышающей основные дозовые пределы, установленный для соответствующей категории лиц Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности", утв. Приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 15 декабря 2020 года № ҚР ДСМ-275/2020.

2.4 Перечень загрязняющих веществ в составе сточных вод предприятия

Рудник «Мынкудук»

Приведены принципиальные схемы образования сточных вод. Сведения о количестве сточных вод, используемых внутри предприятия (повторно - последовательно и в оборотных системах) как после очистки, так и без нее, представляются в расчетных таблицах. К проекту прилагаются результаты анализов качества вод, выполненных лабораторией.

Перечень и количество загрязняющих веществ, сбрасываемых на объект 2025 г.

Таблица 2.4.1. Пруд-накопитель

Загрязняющие вещества сточных вод	Единица измерения	Фактическая концентрация
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	627,723
Нефтепродукты, суммарно	мг/л	0,489
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионо-активные	мг/л	2,95
Нитраты (по NO ₃)	мг/л	1,61
Полифосфаты (по PO ₄ ~)	мг/л	1,2
Взвешенные вещества	мг/л	5,8
Аммиак (по азоту)	мг/л	0
БПК	мг/л	5,15
Нитриты	мг/л	0,047
ХПК	мг/л	285,36

2.5. Расчет водного баланса

Согласно требованиям Методики определения нормативов эмиссий в окружающую среду, № 63 от 10.03.2021 г., при определении нормативов эмиссий используются данные за последние три года.

Баланс водопотребления и водоотведения для Рудника «Мынкудук» для обоснования полноты и достоверности данных о расходе сточных вод, используемых для расчета допустимых сбросов на 2026-2028 г.г. представлен в таблице 2.5.1.

Таблица 2.5.1. Баланс водопотребления и водоотведения предприятия

Производство	Всего	Водопотребление, тыс.м ³ /год.						Водоотведение, тыс.м ³ /год.				Водоотведение в поле накопитель
		На производственные нужды				На хозяйственно-бытовые нужды	Безвозвратное потребление	Всего	Объем сточной воды повторно используемой	Производственные сточные воды	Хозяйственно-бытовые сточные воды	
		Свежая вода		Оборотная вода	Повторно-используемая вода							
		Всего ¹	в т.ч. питьевого качества									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2025 – 2028 г.г.												
	378 178	218 197	-	-	-	34 812	125 169	33 154	-	-	33 154	33 154
Итого по предприятию	378 178	218 197	-	-	-	34 812	125 169	33 154	-	-	33 154	33 154
										Из них:	Выпуск № 1	33 154

Примечание: Разрешение на спецводопользование Номер: KZ73VTE00205197 Серия: Шу-Т/266-Т-Р. Выдано 21.12.2023 г по 22.11.2028 г включительно. Приложение 1 к данному проекту

Раздел 4. РАСЧЕТ ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ

4.1 Общая характеристика загрязнений и методическая основа расчета ПДС

Общие и суммарные показатели качества вод. Минерализация

Суммарное содержание всех найденных при химическом анализе воды минеральных веществ; обычно выражается в мг/дм³ (до 1000 мг/дм³) и у (промилле или тысячная доля при минерализации более 1000 мг/дм³).

Минерализация природных вод, определяющая их удельную электропроводность, изменяется в широких пределах. Большинство рек имеет минерализацию от нескольких десятков миллиграммов в литре до нескольких сотен. Их удельная электропроводность варьирует от 30 мкСм/см до 1500 мкСм/см. Минерализация подземных вод и соленых озер изменяется в интервале от 40-50 мг/дм³ до 650 г/кг (плотность в этом случае уже значительно отличается от единицы). Удельная электропроводность атмосферных осадков (с минерализацией от 3 до 60 мг/дм³) составляет величины 20—120 мкСм/см.

В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды суммарная минерализация не должна превышать величины 1000 мг/дм³. По согласованию с органами департамента санэпиднадзора для водопровода, подающего воду без соответствующее обработки (например, из артезианских скважин), допускается увеличение минерализации до 1500 мг/дм³.

Многие производства, сельское хозяйство, предприятия питьевого водоснабжения предъявляют определенные требования к качеству вод, в частности, к минерализации, так как воды, содержащие большое количество солей, отрицательно влияют на растительные и животные организмы, технологию производства и качество продукции, вызывают образование накипи на стенках котлов, коррозию и засоление почв.

Таблица 4.1.1. Классификация природных вод по минерализации

<i>Категория вод</i>	<i>Минерализация, г/дм³</i>
Ультрапресные	<0,2
Пресные	0,2 - 0,5
Воды с относительно повышенной минерализацией	0,5 - 1,0
Солоноватые	1,0 - 3,0
Соленые	3,0-10,0
Воды повышенной солености	10,0 - 35,0
Рассолы	>35,0

Электропроводность

Электропроводность - это численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток. Электрическая проводимость природной воды зависит в основном от концентрации растворенных минеральных солей и температуры. Природные воды представляют в основном смешанные растворы сильных электролитов. Минеральную часть воды составляют ионы Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Этими ионами и обуславливается электропроводность природных вод. Присутствие других ионов, например Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , NO_3^- , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , не сильно влияет на электропроводность, если эти ионы не содержатся в воде в значительных количествах (например, ниже выпусков производственных или хозяйственно-бытовых сточных вод). По значениям электропроводности природной воды можно приблизительно судить о минерализации воды с помощью предварительно установленных зависимостей.

Затруднения, возникающие при оценке суммарного содержания минеральных веществ (минерализации) по удельной электропроводности, связаны с неодинаковой удельной электропроводностью растворов различных солей, а также с повышением электропроводности при увеличении температуры.

Нормируемые величины минерализации приблизительно соответствуют удельной электропроводности 2 мСм/см (1000 мг/дм³) и 3 мСм/см (1500 мг/дм³) в случае как хлоридной (в пересчете на NaCl), так и карбонатной (в пересчете на CaCO₃) минерализации.

Величина удельной электропроводности служит приблизительным

показателем суммарной концентрации электролитов, главным образом неорганических, и используется в программах наблюдений за состоянием водной среды для оценки минерализации вод. Удельная электропроводность - удобный суммарный индикаторный показатель антропогенного воздействия.

Температура

Температура воды в водоеме является результатом нескольких одновременно протекающих процессов, таких как солнечная радиация, испарение, теплообмен с атмосферой, перенос тепла течениями, турбулентным перемешиванием вод и др. Обычно прогревание воды происходит сверху вниз. Годовые и суточные изменения температуры воды на поверхности и глубинах определяется количеством тепла, поступающего на поверхность, а также интенсивностью и глубиной перемешивания. Суточные колебания температуры могут составлять несколько градусов и обычно наблюдаются на небольшой глубине. На мелководье амплитуда колебаний температуры воды близка к перепаду температуры воздуха.

В требованиях к качеству воды водоемов, используемых для купания, спорта и отдыха, указано, что летняя температура воды в результате спуска сточных вод не должна повышаться более, чем на 3° С по сравнению со среднемесячной температурой самого жаркого месяца за последние 10 лет. В водоемах рыбохозяйственного назначения допускается повышение температуры воды в результате спуска сточных вод не более, чем на 5° С по сравнению с естественной температурой

Температура воды — важнейший фактор, влияющий на протекающие в водоеме физические, химические, биохимические и биологические процессы, от которого в значительной мере зависят кислородный режим и интенсивность процессов самоочищения. Значения температуры используют для вычисления степени насыщения воды кислородом, различных форм щелочности, состояния карбонатно-кальциевой системы, при многих гидрохимических, гидробиологических, особенно лимнологических исследованиях, при изучении тепловых загрязнений.

Взвешенные вещества (грубодисперсные примеси)

Взвешенные твердые вещества, присутствующие в природных водах, состоят из частиц глины, песка, ила, суспензированных органических и неорганических веществ, планктона и различных микроорганизмов. Концентрация взвешенных частиц связана с сезонными факторами и режимом стока, зависит от пород, слагающих русло, а также от антропогенных факторов, таких как сельское хозяйство, горные разработки и т.п.

Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, состав растворенных компонентов поверхностных вод, адсорбцию токсичных веществ, а также на состав и распределение отложений и на скорость осадкообразования. Вода, в которой много взвешенных частиц, не подходит для рекреационного использования по эстетическим соображениям.

В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водных объектов у пунктов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения содержание взвешенных веществ в результате спуска сточных вод не должно увеличиваться соответственно более, чем на 0,25 мг/дм³ и 0,75 мг/дм³. Для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/дм³ природных минеральных веществ, допускается увеличение концентрации взвешенных веществ в пределах 5%.

Определение количества взвешенных частиц важно проводить при контроле процессов биологической и физико-химической обработки сточных вод и при оценке состояния природных водоемов.

Грубодисперсные примеси определяют гравиметрическим методом после их отделения путем фильтрования через фильтр "синяя лента" (преимущественно для проб с прозрачностью менее 10 см).

Органолептические наблюдения

Метод определения состояния водного объекта проводится путем непосредственного осмотра его.

При органолептических наблюдениях особое внимание обращают на явления, необычные для данного водоема или водотока и часто свидетельствующие о его загрязнении: гибель рыбы и других водных организмов,

растений, выделение пузырьков газа из донных отложений, появление повышенной мутности, посторонних окрасок, запаха, цветения воды, нефтяной пленки и пр.

Запах

Свойство воды вызывать у человека и животных специфическое раздражение слизистой оболочки носовых ходов. Запах воды характеризуется интенсивностью, которую измеряют в баллах. Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, поступающие в воду в результате процессов жизнедеятельности водных организмов, при биохимическом разложении органических веществ, при химическом взаимодействии содержащихся в воде компонентов, а также с промышленными, сельскохозяйственными и хозяйственно-бытовыми сточными водами.

На запах воды оказывают влияние состав содержащихся в ней веществ, температура, значения рН, степень загрязненности водного объекта, биологическая обстановка, гидрологические условия и т.д.

Мутность

Мутность природных вод вызвана присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения. Качественное определение проводят описательно: слабая опалесценция, опалесценция, слабая, заметная и сильная муть.

В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды мутность не должна превышать $1,5 \text{ мг/дм}^3$ по каолину.

Мутность воды определяют турбидиметрически (по ослаблению проходящего через пробу света) путем сравнения проб исследуемой воды со стандартными суспензиями. Результаты измерений выражают в мг/дм^3 (при использовании основной стандартной суспензии каолина) или в ЕМ/дм^3 (единицы мутности на дм^3 при использовании основной стандартной суспензии формазина); $1,5 \text{ мг/дм}^3$ каолина соответствует $2,6 \text{ ЕМ/дм}^3$ формазина. Турбидиметрическое определение предназначено для вод, имеющих переменчивый состав и форму тонкодисперсных примесей. Если пробу предварительно не профильтровать, то

турбидиметрически будут определены не только коллоидные, но и более грубодисперсные частицы.

Цветность

Показатель качества воды, характеризующий интенсивность окраски воды и обусловленный содержанием окрашенных соединений; выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы. Определяется путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами.

Цветность природных вод обусловлена главным образом присутствием гумусовых веществ и соединений трехвалентного железа. Количество этих веществ зависит от геологических условий, водоносных горизонтов, характера почв, наличия болот и торфяников в бассейне реки и т.п. Сточные воды некоторых предприятий также могут создавать довольно интенсивную окраску воды.

Цветность природных вод колеблется от единиц до тысяч градусов.

Различают "истинный цвет", обусловленный только растворенными веществами, и "кажущийся" цвет, вызванный присутствием в воде коллоидных и взвешенных частиц, соотношения между которыми в значительной мере определяются величиной рН.

Предельно допустимая величина цветности в водах, используемых для питьевых целей, составляет 35 градусов по платиново-кобальтовой шкале. В соответствии с требованиями к качеству воды в зонах рекреации окраска воды не должна обнаруживаться визуально в столбике высотой 10 см.

Высокая цветность воды ухудшает ее органолептические свойства и оказывает отрицательное влияние на развитие водных растительных и животных организмов в результате резкого снижения концентрации растворенного кислорода в воде, который расходуется на окисление соединений железа и гумусовых веществ.

Прозрачность

Прозрачность (или светопропускание) природных вод обусловлена их цветом и мутностью, т.е. содержанием в них различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ.

Воду в зависимости от степени прозрачности условно подразделяют на

прозрачную, слабоопалесцирующую, опалесцирующую, слегка мутную, мутную, сильно мутную. Мерой прозрачности служит высота столба воды, при которой можно наблюдать опускаемую в водоем белую пластину определенных размеров (диск Секки) или различать на белой бумаге шрифт определенного размера и типа (как правило, шрифт средней жирности высотой 3,5 мм). Результаты выражаются в сантиметрах с указанием способа измерения.

— -

Ослабление интенсивности света с глубиной в мутной воде приводит к большему поглощению солнечной энергии вблизи поверхности. Появление более теплой воды у поверхности уменьшает перенос кислорода из воздуха в воду, снижает плотность воды, стабилизирует стратификацию. Уменьшение потока света также снижает эффективность фотосинтеза и биологическую продуктивность водоема.

Определение прозрачности воды - обязательный компонент программ наблюдений за состоянием водных объектов. Увеличение количества грубодисперсных примесей и мутности характерно для загрязненных и эвтрофных водоемов.

Водородный показатель (pH)

В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого водопользования, воды водных объектов в зонах рекреации, а также воды водоемов рыбохозяйственного назначения, величина pH не должна выходить за пределы интервала значений 6,5-8,5.

Содержание ионов водорода (гидроксония - H_3O^+) в природных водах определяется в основном количественным соотношением концентраций угольной кислоты и ее ионов:

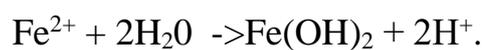


Для удобства выражения содержания водородных ионов была введена величина, представляющая собой логарифм их концентрации, взятый с обратным знаком:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+].$$

Для поверхностных вод, содержащих небольшие количества диоксида углерода, характерна щелочная реакция. Изменения pH тесно связаны с

процессами фотосинтеза (при потреблении ССВ водной растительностью высвобождаются ионы OH'). Источником ионов водорода являются также гумусовые кислоты, присутствующие в почвах. Гидролиз солей тяжелых металлов играет роль в тех, случаях, когда в воду попадают значительные количества сульфатов железа, алюминия, меди и других металлов:



Значение рН в речных водах обычно варьирует в пределах 6,5 - 8,5, в атмосферных осадках 4,6 - 6,1, в болотах 5,5 - 6,0, в морских водах 7,9 - 8,3. Концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям. Зимой величина рН для большинства речных вод составляет 6,8 - 7,4, летом 7,4 - 8,2. Величина рН природных вод определяется в некоторой степени геологией водосборного бассейна.

Величина рН воды - один из важнейших показателей качества вод. Величина концентрации ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. От величины рН зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементe, агрессивное действие воды на металлы и бетон. Величина рН воды также влияет на процессы превращения различных форм биогенных элементe, изменяет токсичность загрязняющих веществ.

В водоеме можно выделить несколько этапов процесса его закисления. На первом этапе рН практически не меняется (ионы бикарбоната успевают полностью нейтрализовать ионы H^+). Так продолжается до тех пор, пока общая щелочность в водоеме не упадет примерно в 10 раз до величины менее 0,1 моль/дм³.

На втором этапе закисления водоема рН воды обычно не поднимается выше 5,5 в течение всего года. О таких водоемах говорят как об умеренно кислых. На этом этапе закисления происходят значительные изменения в видовом составе живых организмов.

На третьем этапе закисления водоема рН стабилизируется на значениях $\text{pH} < 5$ (обычно рН 4,5), даже если атмосферные осадки имеют более высокие

значения рН. Это связано с присутствием гумусовых веществ и соединений алюминия в водоеме и почвенном слое.

Природные воды в зависимости от рН рационально делить на семь групп (табл. 4.1.2.)

Таблица 4.1.2 Группы природных вод в зависимости от рН

Группа	рН	Примечание
Сильнокислые	< 3	результат гидролиза солей тяжелых металлов (шахтные и воды рудничные воды)
Кислые воды	3-5	поступление в воду угольной кислоты, фульвокислот и других органических кислот в результате разложения органических веществ
Слабокислые	5-6,5	присутствие гумусовых кислот в почве и болотных водах (воды лесной зоны)
Нейтральные воды	6,5- 7,5	наличие в водах $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
Слабощелочные	7,5 - 8,5	наличие в водах $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ воды
Щелочные воды	8,5 - 9,5	присутствие Na_2CO_3 или NaHCO_3
Сильнощелочные	> 9,5	присутствие Na_2CO_3 или NaHCO_3 воды

Окислительно-восстановительный потенциал (Eh)

Мера химической активности элементов или их соединений в обратимых химических процессах, связанных с изменением заряда ионов в растворах. Значения окислительно-восстановительных (редокс) потенциалов выражаются в вольтах (милливольтах).

В природной воде значение Eh колеблется от - 400 до + 700 мВ и определяется всей совокупностью происходящих в ней окислительных и восстановительных, процессов, и в условиях равновесия характеризует среду сразу относительно всех; элементов, имеющих переменную валентность.

Изучение редокс - потенциала позволяет выявить природные среды, в

которых возможно существование химических элементов с переменной валентностью в определенной форме, а также выделить условия, при которых возможна миграция металлов.

Различают несколько основных типов геохимических обстановок в природных водах:

- **окислительный** - характеризуемый значениями E_h (100-150) мВ, присутствием свободного кислорода, а также целого ряда элементов в высшей форме своей валентности (Fe^{3+} , Mo^{6+} , As^{5+} , V^{5+} , U^{6+} , Sr^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{4+});

- **переходный окислительно-восстановительный** - определяемый величинами E_h (100—0) мВ, неустойчивым геохимическим режимом и переменным содержанием сероводорода и кислорода. В этих условиях протекает как слабое окисление, так и слабое восстановление целого ряда металлов;

- **восстановительный** - характеризуемый отрицательными значениями E_h . В подземных водах присутствуют металлы низких степеней валентности (Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mo^{4+} , V^{4+} , U^{4+}), а также сероводород.

Кислотность

Кислотность природных и сточных вод определяется их способностью связывать гидроксид - ионы. Расход гидроксида отражает общую кислотность воды.

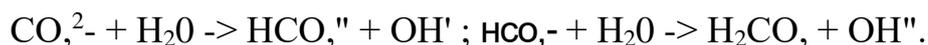
В обычных природных водах кислотность в большинстве случаев зависит только от содержания свободного диоксида углерода. Естественную часть кислотности создают также гуминовые и другие слабые органические кислоты и катионы слабых оснований (ионы аммония, железа, алюминия, органических оснований). В этих случаях рН воды не бывает ниже 4,5.

В загрязненных водоемах может содержаться большое количество сильных кислот или их солей за счет сброса промышленных сточных вод. В этих случаях рН может быть ниже 4,5. Часть общей кислотности, снижающей рН до величин < 4,5, называется свободной.

Щелочность

Под щелочностью природных или очищенных вод понимают способность некоторых их компонентов связывать эквивалентное количество сильных кислот.

Щелочность обусловлена наличием в воде анионов слабых кислот (карбонатов, гидрокарбонатов, силикатов, боратов, сульфитов, гидросульфитов, сульфидов, гидросульфидов, анионов гуминовых кислот, фосфатов). Их сумма называется общей щелочностью. Ввиду незначительной концентрации трех последних ионов общая щелочность воды обычно определяется только анионами угольной кислоты (карбонатная щелочность). Анионы, гидролизуясь, образуют гидроксид-ионы:



Щелочность определяется количеством сильной кислоты, необходимой для нейтрализации 1 дм³ воды. Щелочность большинства природных вод определяется только гидрокарбонатами кальция и магния, рН этих вод не превышает 8,3.

Определение щелочности полезно при дозировании химических веществ, необходимых на обработку вод для водоснабжения, а также при реагентной очистке некоторых сточных вод. Определение щелочности при избыточных концентрациях щелочноземельных металлов важно для установлении пригодности воды для ирригации. Вместе со значениями рН щелочность воды служит для расчета содержания карбонатов и баланса угольной кислоты в воде.

Растворенный кислород

Растворенный кислород находится в природной воде в виде молекул. На его содержание в воде влияют две группы противоположно направленных процессов: одни увеличивают концентрацию кислорода, другие уменьшают ее. К первой группе процессов, обогащающих воду кислородом, следует отнести:

- процесс абсорбции кислорода из атмосферы;
- выделение кислорода водной растительностью в процессе фотосинтеза;
- поступление в водоемы с дождевыми и снеговыми водами, которые обычно пересыщены кислородом.

Абсорбция кислорода из атмосферы происходит на поверхности водного объекта. Скорость этого процесса повышается с понижением температуры, с повышением давления и понижением минерализации. Аэрация - обогащение глубинных слоев воды кислородом - происходит в результате перемешивания

водных масс, в том числе ветрового, вертикальной температурной циркуляции и т.д. Фотосинтетическое выделение кислорода происходит при ассимиляции диоксида углерода водной растительностью (прикрепленными, плавающими растениями и фитопланктоном). Процесс фотосинтеза протекает тем сильнее, чем выше температура воды, интенсивность солнечного освещения и больше биогенных (питательных) веществ (Р, Nи др.) в воде. Продуцирование кислорода происходит в поверхностном слое водоема, глубина которого зависит от прозрачности воды (для каждого водоема и сезона может быть различной, от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров).

К группе процессов, уменьшающих содержание кислорода в воде, относятся реакции потребления его на окисление органических веществ: биологическое (дыхание организмов), биохимическое (дыхание бактерий, расход кислорода при разложении органических веществ) и химическое (окисление Fe^{2+} , Mn^{2+} , NO_2^- , NH_4^+ , CH_4 , и H_2S). Скорость потребления кислорода увеличивается с повышением температуры, количества бактерий и других водных организмов и веществ, подвергающихся химическому и биохимическому окислению. Кроме того, уменьшение содержания кислорода в воде может происходить вследствие выделения его в атмосферу из поверхностных слоев и только в том случае, если вода при данных температуре и давлении окажется пересыщенной кислородом.

В поверхностных водах содержание растворенного кислорода варьирует в широких пределах от 0 до 14 мг/дм³ и подвержено сезонным и суточным колебаниям. Суточные колебания зависят от интенсивности процессов его продуцирования и потребления и могут достигать 2,5 мг/дм растворенного кислорода. В зимний и летний периоды распределение кислорода носит характер стратификации. Дефицит кислорода чаще наблюдается в водных объектах с высокими концентрациями загрязняющих органических веществ и в эвтрофированных водоемах, содержащих большое количество биогенных и гумусовых веществ

Концентрация кислорода определяет величину окислительно-восстановительного потенциала и в значительной мере направление и скорость процессов химического и биохимического окисления органических и

неорганических соединений. Кислородный режим оказывает глубокое влияние на жизнь водоема. Минимальное содержание растворенного кислорода, обеспечивающее нормальное развитие рыб, составляет около 5 мг/дм³. Понижение его до 2 мг/дм³ вызывает массовую гибель (замор) рыбы. Неблагоприятно сказывается на состоянии водного населения и пересыщение воды кислородом в результате процессов фотосинтеза при недостаточно интенсивном перемешивании слоев воды.

В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого и санитарного водопользования содержание растворенного кислорода в пробе, отобранной до 12 часов дня, не должно быть ниже 4 мг/дм³ в любой период года; для водоемов рыбохозяйственного назначения концентрация растворенного в воде кислорода не должна быть ниже 4 мг/дм³ в зимний период (при ледоставе) и 6 мг/дм³ - в летний.

Определение кислорода в поверхностных водах включено в программы наблюдений с целью оценки условий обитания гидробионтов, в том числе рыб, а также как косвенная характеристика оценки качества поверхностных вод и регулирования процесса очистки стоков. Содержание растворенного кислорода существенно для аэробного дыхания и является индикатором биологической активности (т.е. фотосинтеза) в водоеме.

Таблица 4.1.3 Содержание кислорода в водоемах с различной степенью загрязненности

Уровень загрязненности воды и класс качества	Растворенный кислород		
	лето, мг/дм ³	зима, мг/дм ³	% насыщения
Очень чистые, I	9	14-13	95
Чистые, II	8	12-11	80
Умеренно загрязненные, III	7-6	10-9	70
Загрязненные, IV	5-4	5-4	60
Грязные, V	3-2	5-1	0
Очень грязные, VI	0	0	0

Относительное содержание кислорода в воде, выраженное в процентах его

нормального содержания, называется степенью насыщения кислородом. Эта величина зависит от температуры воды, атмосферного давления и солености.

Жесткость

Жесткость воды представляет собой свойство природной воды, зависящее от наличия в ней главным образом растворенных солей кальция и магния. Суммарное содержание этих солей называют общей жесткостью. Общая жесткость подразделяется на карбонатную, обусловленную концентрацией гидрокарбонатов (и карбонатов при рН 8,3) кальция и магния, и некарбонатную концентрацию в воде кальциевых и магниевых солей сильных кислот. Поскольку при кипячении воды гидрокарбонаты переходят в карбонаты, которые выпадают в осадок, карбонатную жесткость называют временной или устранимой. Остающаяся после кипячения жесткость называется постоянной. Результаты определения жесткости обычно выражают в мг-экв/дм³.

В естественных условиях ионы кальция, магния и других щелочно-земельных металлов, обуславливающих жесткость, поступают в воду в результате взаимодействия растворенного диоксида углерода с карбонатными минералами и других процессов растворения и химического выветривания горных пород.

Источником этих ионов являются также микробиологические процессы, протекающие в почвах на площади водосбора, в донных отложениях, а также сточные воды различных предприятий.

Жесткость воды колеблется в широких пределах. Вода с жесткостью менее 4 мг-экв/дм³ считается мягкой, от 4 до 8 мг-экв/дм³ - средней жесткости, от 8 до 12 мг-экв/дм³ - жесткой и выше 12 мг-экв/дм³ ~ очень жесткой.

Общая жесткость колеблется от единиц до десятков, иногда сотен мг-экв/дм³, причем карбонатная жесткость составляет до 70—80% от общей жесткости.

Обычно преобладает жесткость, обусловленная ионами кальция (до 70%); однако в отдельных случаях магниевая жесткость может достигать 50- 60%. Жесткость морской воды и океанов значительно выше (десятки и сотни мг-экв/дм³).

Жесткость поверхностных вод подвержена заметным сезонным

колебаниям, достигая обычно наибольшего значения в конце зимы и наименьшего в период половодья.

Высокая жесткость ухудшает органолептические свойства воды, придавая ей горьковатый вкус и оказывая действие на органы пищеварения.

Величина общей жесткости в питьевой воде не должна превышать 10,0 мг-экв/дм³.

Особые требования предъявляются к технической воде (из-за образования накипи).

Окисляемость перманганатная и бихроматная (ХПК)

Величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых одним из сильных химических окислителей при определенных условиях, называется окисляемостью. Существует несколько видов окисляемости воды: перманганатная, бихроматная, иодатная, цериевая. Наиболее высокая степень окисления достигается методами бихроматной и иодатной окисляемости воды.

Окисляемость выражается в миллиграммах кислорода, пошедшего на окисление органических веществ, содержащихся в 1 дм³ воды.

Состав органических веществ в природных водах формируется под влиянием многих факторов. К числу важнейших относятся внутриводоемные биохимические процессы продуцирования и трансформации, поступления из других водных объектов, с поверхностными и подземными стоками, с атмосферными осадками, с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами. Образующиеся в водоеме и поступающие в него извне органические вещества весьма разнообразны по своей природе и химическим свойствам, в том числе по устойчивости к действию разных окислителей. Соотношение содержащихся в воде легко- и трудноокисляемых веществ в значительной мере влияет на Окисляемость воды в условиях того или иного метода ее определения.

В поверхностных водах органические вещества находятся в растворенном, взвешенном и коллоидном состояниях. Последние в рутинном анализе отдельно не учитываются, поэтому различают Окисляемость фильтрованных

(растворенное органическое вещество) и нефилтрованных (общее содержание органических веществ) проб.

Величины окисляемости природных вод изменяются в пределах от долей миллиграммов до десятков миллиграммов в литре в зависимости от общей биологической продуктивности водоемов, степени загрязненности органическими веществами и соединениями биогенных элементов, а также от влияния органических веществ естественного происхождения, поступающих из болот, торфяников и т.п. Поверхностные воды имеют более высокую Окисляемость по сравнению с подземными (десятые и сотые доли миллиграмма на 1 дм³), исключение составляют воды нефтяных месторождений и грунтовые воды, питающиеся за счет болот. Горные реки и озера характеризуются окисляемостью 2-3 мг О/дм³, реки равнинные - 5-12 мг О/дм³, реки с болотным питанием - десятки миллиграммов на 1 дм³.

Окисляемость незагрязненных поверхностных вод проявляет довольно отчетливую физико-географическую зональность (табл. 4.1.4).

Таблица 4.1.4 Физико-географическая зональность природных вод

<i>Окисляемость мг</i>		<i>Зона, О/дм³</i>
Очень малая	0-2	Высокогорье
Малая	2-5	Горные районы
Средняя	5-10	Зоны широколиственных лесов, степи, полупустыни и пустыни, а также тундра
Повышенная	15-20	Северная и южная тайга

Окисляемость подвержена закономерным сезонным колебаниям. Их характер определяется, с одной стороны, гидрологическим режимом и зависящим от него поступлением органических веществ с водосбора, с другой, гидробиологическим режимом.

В водоемах и водотоках, подверженных сильному воздействию хозяйственной деятельности человека, изменение окисляемости выступает как

характеристика, отражающая режим поступления сточных вод. Для природных малозагрязненных вод рекомендовано определять перманганатную Окисляемость; в более загрязненных водах определяют, как правило, бихроматную окисляемость (ХПК). В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого водопользования величина ХПК не должна превышать 15 мг О/дм³; в зонах рекреации в водных объектах допускается величина ХПК до 30 мг О/дм³.

В программах мониторинга ХПК используется в качестве меры содержания органического вещества в пробе, которое подвержено окислению сильным химическим окислителем. ХПК применяют для характеристики состояния водотоков и водоемов, поступления бытовых и промышленных сточных вод (в том числе, и степени их очистки), а также поверхностного стока.

Таблица 4.1.5 Величины ХПК в водоемах с различной степенью загрязненности

Степень загрязнения (классы водоемов) ХПК, мг О/дм

Очень чистые	1
Чистые	2
Умеренно загрязненные	3
Загрязненные	4
Грязные	5 - 15
Очень грязные	> 15

Для вычисления концентрации углерода, содержащегося в органических веществах, значение ХПК (мг О/дм³) умножается на 0,375 (коэффициент, равный отношению количества вещества эквивалента углерода к количеству вещества эквивалента кислорода).

Биохимическое потребление кислорода (БПК)

Степень загрязнения воды органическими соединениями определяют как количество кислорода, необходимое для их окисления микроорганизмами в аэробных условиях. Биохимическое окисление различных веществ происходит с различной скоростью. К легкоокисляющимся ("биологически мягким")

веществам относят формальдегид, низшие алифатические спирты, фенол, фурфурол и др. Среднее положение занимают крезолы, нафтолы, ксиленолы, резорцин, пирокатехин, антропоактивные ПАВ и др. Медленно разрушаются "биологически жесткие" вещества, такие как гидрохинон, сульфолон, неионогенные ПАВ и др.

БПК₅

В лабораторных условиях наряду с БПК_п определяется БПК₅ - биохимическая потребность в кислороде за 5 суток.

В поверхностных водах величины БПК₅ изменяются обычно в пределах 0,5-4 мг O₂/дм³ и подвержены сезонным и суточным колебаниям.

Сезонные колебания зависят в основном от изменения температуры и от исходной концентрации растворенного кислорода. Влияние температуры сказывается через ее воздействие на скорость процесса потребления, которая увеличивается в 2-3 раза при повышении температуры на 10° С. Влияние начальной концентрации кислорода на процесс биохимического потребления кислорода связано с тем, что значительная часть микроорганизмов имеет свой кислородный оптимум для развития в целом и для физиологической и биохимической активности. Суточные колебания величин БПК₅ также зависят от исходной концентрации растворенного кислорода, которая может в течение суток изменяться на 2,5 мг O₂/дм³ в зависимости от соотношения интенсивности процессов его продуцирования и потребления. Весьма значительны изменения величин БПК₅ в зависимости от степени загрязненности водоемов.

Таблица 4.1.6. Величины БПК₅ в водоемах с различной степенью загрязненности

<i>Степень загрязнения (классы водоемов) БПК₅, мг O₂/дм</i>	
Очень чистые	0,5-1,0
Чистые	1,1-1,9
Умеренно загрязненные	2,0-2,9
Загрязненные	3,0-3,9
Грязные	4,0-10,0
Очень грязные	>10,0

Для водоемов, загрязненных преимущественно хозяйственно-бытовыми сточными водами, БПК₅ составляет обычно около 70% БПК_п.

В зависимости от категории водоема величина БГЖ; регламентируется следующим образом: не более 3 мг O₂/дм³ для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования и не более 6 мг O₂/дм³ для водоемов хозяйственно-бытового и культурного водопользования. Для морей (I и II категории рыбохозяйственного водопользования) пятисуточная потребность в кислороде (БПК₅) при 20°C не должна превышать 2 мг O₂/дм³.

Определение БПК₅ в поверхностных водах используется с целью оценки содержания биохимически окисляемых органических веществ, условий обитания гидробионгов и в качестве интегрального показателя загрязненности воды. Необходимо использовать величины БПК₅ при контроле эффективности работы очистных сооружений.

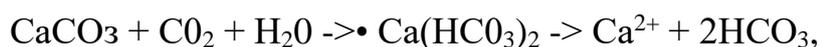
БПК_n

Полным биохимическим потреблением кислорода (БПК_п) считается количество кислорода, требуемое для окисления органических примесей до начала процессов нитрификации. Количество кислорода, расходуемое для окисления аммонийного азота до нитритов и нитратов, при определении БПК не учитывается. Для бытовых сточных вод (без существенной примеси производственных) определяют БПК₂₀, считая, что эта величина близка к БПК_п.

Полная биологическая потребность в кислороде БПК_п, для внутренних водоемов рыбохозяйственного назначения (I и II категории) при 20°C не должна превышать 3 мг O₂/дм³

Кальций

Главными источниками поступления кальция в поверхностные воды являются процессы химического выветривания и растворения минералов, прежде всего известняков, доломитов, гипса, кальцийсодержащих силикатов и других осадочных и метаморфических пород.



Растворению способствуют микробиологические процессы разложения органических веществ, сопровождающиеся понижением рН.

Большие количества кальция выносятся со сточными водами силикатной, металлургической, стекольной, химической промышленности и со стоками сельскохозяйственных угодий, особенно при использовании кальцийсодержащих минеральных удобрений.

Характерной особенностью кальция является склонность образовывать в поверхностных водах довольно устойчивые пересыщенные растворы CaCO_3 . Ионная форма (Ca^{2+}) характерна только для маломинерализованных природных вод. Известны довольно устойчивые комплексные соединения кальция с органическими веществами, содержащимися в воде. В некоторых маломинерализованных окрашенных водах до 90-100 % ионов кальция могут быть связаны гумусовыми кислотами.

В речных водах содержание кальция редко превышает 1 г/дм³. Обычно же его концентрации значительно ниже.

Концентрация кальция в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям. В период понижения минерализации (весной) ионам кальция принадлежит преобладающая роль, что связано с легкостью выщелачивания растворимых солей кальция из поверхностного слоя почв и пород.

ПДК_{вр} кальция составляет 180 мг/дм³

Довольно жесткие требования к содержанию кальция предъявляются к водам, питающим паросиловые установки, поскольку в присутствии карбонатов, сульфатов и ряда других анионов кальций образует прочную накипь. Данные о содержании кальция в водах необходимы также при решении вопросов, связанных с формированием химического состава природных вод, их происхождением, а также при исследовании карбонатно-кальциевого равновесия.

Магний

В поверхностные воды магний поступает в основном за счет процессов химического выветривания и растворения доломитов, мергелей и других

минералов. Значительные количества магния могут поступать в водные объекты со сточными водами металлургических, силикатных, текстильных и других предприятий.

В речных водах содержание магния обычно колеблется от нескольких единиц до десятков миллиграммов в 1 дм³.

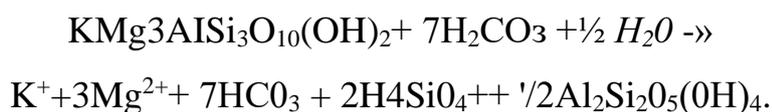
Содержание магния в поверхностных водах подвержено заметным колебаниям: как правило, максимальные концентрации наблюдаются в меженный период, минимальные в период половодья.

ПДК_{вр} ионов Mg⁺² составляет 40 мг/дм³.

Кремний

Кремний является постоянным компонентом химического состава природных вод. Этому способствует в отличие от других компонентов повсеместная распространенность соединений кремния в горных породах, и только малая растворимость последних объясняет малое содержание кремния в воде.

Главным источником соединений кремния в природных водах являются процессы химического выветривания и растворения кремнийсодержащих минералов, например алюмосиликатов:



Значительные количества кремния поступают в природные воды в процессе отмирания наземных и водных растительных организмов, с атмосферными осадками, а также со сточными водами предприятий, производящих керамические, цементные, стекольные изделия, силикатные краски, вяжущие материалы, кремнийорганический каучук и т.д. Формы соединений, в которых находится кремний в растворе, весьма многообразны и меняются в зависимости от минерализации, состава воды и значений pH. Часть кремния находится в истинно растворенном состоянии в виде кремниевой кислоты и поликремниевых кислот:



Поликремниевые кислоты имеют переменный состав типа $m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где тип — целые числа. Кроме того, кремний содержится в природных водах в виде коллоидов типа $x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$.

Концентрация кремния в речных водах колеблется обычно от 1 до 20 мг/дм³; в подземных водах его концентрация возрастает от 20 до 30 мг/дм³, а в горячих термальных водах содержание кремния может достигать сотен миллиграммов в 1 дм³.

Сравнительно малое содержание кремния в поверхностных водах, уступающее растворимости диоксида кремния (125 мг/дм³ при 26° С, 170 мг/дм³ при 38° С), указывает на наличие в воде процессов, уменьшающих его концентрацию. К ним надо отнести потребление кремния водными организмами, многие из которых, например диатомовые водоросли, строят свой скелет из кремния. Кроме того, кремниевая кислота как более слабая вытесняется из раствора угольной кислотой:



Неустойчивости кремния в растворе способствует и склонность кремниевой кислоты при определенных условиях переходить в гель.

Режим кремния в поверхностных водах до некоторой степени сходен с режимом соединений азота и фосфора, однако кремний никогда не лимитирует развитие растительности.

ПДК кремния равна 10 мг/дм³.

Диоксид углерода

Диоксид углерода содержится в воде в основном в виде растворенных молекул CO_2 , и лишь малая часть его (около 1%) при взаимодействии с водой образует угольную кислоту:



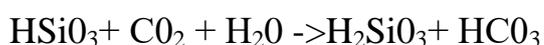
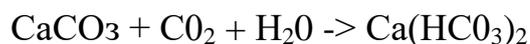
Диоксид углерода, гидрокарбонатные и карбонатные ионы являются основными компонентами карбонатной системы. В растворе между ними существует подвижное равновесие:



Соотношение между компонентами в значительной мере определяется величиной pH. При pH 4,5 и ниже из всех компонентов карбонатного равновесия в воде присутствует только свободная углекислота. В интервале pH 6,0 -10 гидрокарбонатные ионы являются основной формой производных угольной кислоты (максимальное их содержание при pH 8,3 - 8,4). При pH более 10,5 главной формой существования угольной кислоты являются карбонатные ионы.

Главным источником поступления оксида углерода в природные воды являются процессы биохимического распада органических остатков, окисления органических веществ, дыхания водных организмов.

Одновременно с процессами поступления значительная часть диоксида углерода потребляется при фотосинтезе, а также расходуется на растворение карбонатов и химическое выветривание алюмосиликатов:



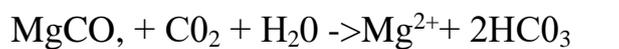
Уменьшение содержания диоксида углерода в воде происходит также в результате его выделения в атмосферу.

Концентрация диоксида углерода в природных водах колеблется от нескольких десятых долей до 3,0 - 4,0 мг/дм³, изредка достигая величины 10,0 - 20,0 мг/дм³.

Обычно весной и летом содержание диоксида углерода в водоеме понижается, а в осенне-зимний период увеличивается, достигая максимума в конце зимы. Диоксид углерода имеет исключительно важное значение для растительных организмов (как источник углерода). В то же время повышенные концентрации CO_2 угнетающе действуют на животные организмы. При высоких концентрациях CO_2 воды становятся агрессивными по отношению к металлам и бетону в результате образования растворимых гидрокарбонатов, нарушающих структуру этих материалов.

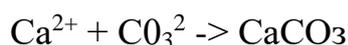
Карбонаты

Основным источником гидрокарбонатных и карбонатных ионов в поверхностных водах являются процессы химического выветривания и растворения карбонатных пород типа известняков, мергелей, доломитов, например:



Некоторая часть гидрокарбонатных ионов поступает с атмосферными осадками и грунтовыми водами. Гидрокарбонатные и карбонатные ионы выносятся в водоемы со сточными водами предприятий химической, силикатной, содовой промышленности и т.д.

По мере накопления гидрокарбонатных и особенно карбонатных ионов последние могут выпадать в осадок:



В речных водах содержание гидрокарбонатных и карбонатных ионов колеблется от 30 до 400 мг $\text{HCO}_3^-/\text{дм}^3$, в озерах — от 1 до 500 мг $\text{HCO}_3^-/\text{дм}^3$, в морской воде - от 100 до 200 мг $\text{HCO}_3^-/\text{дм}^3$, в атмосферных осадках - от 30 до 100 мг $\text{HCO}_3^-/\text{дм}^3$, в грунтовых водах — от 150 до 300 мг $\text{HCO}_3^-/\text{дм}^3$, в подземных водах - от 150 до 900 мг $\text{HCO}_3^-/\text{дм}^3$.

Азот общий

Под общим азотом понимают сумму минерального и органического азота в природных водах.

Азотсодержащие соединения находятся в поверхностных водах в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии и могут под влиянием многих физико-химических и биохимических факторов переходить из одного состояния в другое.

Средняя концентрация общего азота в природных водах колеблется в значительных пределах и зависит от трофности водного объекта: для олиготрофных изменяется обычно в пределах 0,3 - 0,7 мг/дм³, для мезотрофных - 0,7 - 1,3 мг/дм³, для эвтрофных - 0,8 - 2,0 мг/дм³.

Сумма минерального азота

Сумма минерального азота - это сумма аммонийного, нитратного и нитритного азота. Повышение концентрации ионов аммония и нитритов обычно указывает на свежее загрязнение, в то время как увеличение содержания нитратов - на загрязнение в предшествующее время. Все формы азота, включая и газообразную, способны к взаимным превращениям. — -

Аммиак

В природной воде аммиак образуется при разложении азотсодержащих органических веществ. Хорошо растворим в воде с образованием гидроксида аммония. О содержании аммиака в поверхностных водах (см. раздел "Аммоний").

ПДК_в аммиака составляет 2,0 мг/дм³, ПДК_{вр} — 0,05 мг/дм (лимитирующий показатель вредности - токсикологический).

Аммоний

Содержание ионов аммония в природных водах варьирует в интервале от 10 до 200 мкг/дм³ в пересчете на азот. Присутствие в незагрязненных поверхностных водах ионов аммония связано главным образом с процессами биохимической деградации белковых веществ, дезаминирования аминокислот, разложения мочевины под действием уреазы.

Основными источниками поступления ионов аммония в водные объекты являются животноводческие фермы, хозяйственно-бытовые сточные воды, поверхностный сток с сельхозугодий в случае использования аммонийных удобрений, а также сточные воды предприятий пищевой, коксохимической, лесохимической и химической промышленности.

В стоках промышленных предприятий содержится до 1 мг/дм³ аммония, в бытовых стоках — 2,0 - 7,0 мг/дм³; с хозяйственно-бытовыми сточными водами в канализационные системы ежедневно поступает до 10 г аммонийного азота (на одного жителя).

При переходе от олиготрофных к мезо- и эвтрофным водоемам возрастают как абсолютная концентрация ионов аммония, так и их доля в общем балансе связанного азота.

Концентрация аммония в питьевой воде не должна превышать 2 мг/дм³ по

азоту ПДК_{вр} солевого аммония составляет 0,5 мг/дм по азоту (лимитирующий показатель вредности - токсикологический).

Присутствие аммония в концентрациях порядка 1 мг/дм³ снижает способность гемоглобина рыб связывать кислород. Признаки интоксикации - возбуждение, судороги, рыба мечется по воде и выпрыгивает на поверхность. Механизм токсического действия — возбуждение центральной нервной системы, поражение жаберного эпителия, гемолиз (разрыв) эритроцитов. Токсичность аммония возрастает с повышением рН среды.

Таблица 4.1.7 Содержание аммония в водоемах с различной степенью загрязненности.

<i>Степень загрязнения (классы водоемов)</i>	<i>Аммонийный азот, мг/дм</i>
Очень чистые	0,05
Чистые	0,1
Умеренно загрязненные	0,2-0,3
Загрязненные	0,4-1,0
Грязные	1,1-3,0
Очень грязные	> 3,0

Повышенная концентрация ионов аммония может быть использована в качестве индикаторного показателя, отражающего ухудшение санитарного состояния водного объекта, процесса загрязнения поверхностных и подземных вод, в первую очередь, бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

Нитраты

Присутствие нитратных ионов в природных водах связано с:

- внутриводоемными процессами нитрификации аммонийных ионов в присутствии кислорода под действием нитрифицирующих бактерий;
- атмосферными осадками, которые поглощают образующиеся при атмосферных электрических разрядах оксиды азота (концентрация нитратов в атмосферных осадках достигает 0,9 - 1,0 мг/дм³);
- промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, особенно после биологической очистки, когда концентрация достигает 50,0 мг/дм³;
- стоком с сельскохозяйственных угодий и со сбросными водами с

орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения.

Главными процессами, направленными на понижение концентрации нитратов, являются потребление их фитопланктоном и денитрофицирующими бактериями, которые при недостатке кислорода используют кислород нитратов на окисление органических веществ.

В поверхностных водах нитраты находятся в растворенной форме. Концентрация нитратов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям: минимальная в вегетационный период, она увеличивается осенью и достигает максимума зимой, когда при минимальном потреблении азота происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные. Амплитуда сезонных колебаний может служить одним из показателей эвтрофирования водного объекта.

В незагрязненных поверхностных водах концентрация нитрат-ионов не превышает величины порядка десятков микрограммов в 1 дм³ (в пересчете на азот).

С нарастанием эutriфикации абсолютная концентрация нитратного азота и его доля в сумме минерального азота возрастают, достигая 10^{11} мг/дм³. В незагрязненных подземных водах содержание нитратных ионов обычно выражается сотыми, десятыми долями миллиграмма и реже единицами миллиграммов в 1 дм³.

Подземные водоносные горизонты в большей степени подвержены нитратному загрязнению, чем поверхностные водоемы (т.к. отсутствует потребитель нитратов).

ПДК_В нитратов составляет 45,0 мг/дм³ (по NO₃) (тождественно равен стандарту США для питьевой воды), ПДК_{1ф} - 40,0 мг/дм³ (по NO₃) или 9,1 мг/дм³ (по азоту)

Нитриты

Нитриты представляют собой промежуточную ступень в цепи бактериальных процессов окисления аммония до нитратов (нитрификация - только в аэробных условиях) и, напротив, восстановления нитратов до азота и аммиака

(денитрификация — при недостатке кислорода).

Подобные окислительно-восстановительные реакции характерны для станций аэрации, систем водоснабжения и собственно природных вод.

Кроме того, нитриты используются в качестве ингибиторов коррозии в процессах водоподготовки технологической воды и поэтому могут попасть и в системы хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Широко известно также применение нитритов для консервирования пищевых продуктов.

В поверхностных водах нитриты находятся в растворенном виде. В кислых водах могут присутствовать небольшие концентрации азотистой кислоты (HNO_2) (не диссоциированной на ионы). Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления NO_2^- в NO_3^- , что указывает на загрязнение водного объекта, т.е. является важным санитарным показателем.

Концентрация нитритов в поверхностных водах, составляет сотые (иногда даже тысячные) доли миллиграмма в 1 дм^3 ; в подземных водах концентрация нитритов обычно выше, особенно в верхних водоносных горизонтах (сотые, десятые доли миллиграмма в 1 дм^3)

Сезонные колебания содержания нитритов характеризуются отсутствием их зимой и появлением весной при разложении неживого органического вещества. Наибольшая концентрация нитритов наблюдается в конце лета, их присутствие связано с активностью фитопланктона (установлена способность диатомовых и зеленых водорослей восстанавливать нитраты до нитритов). Осенью содержание нитритов уменьшается.

Одной из особенностей распределения нитритов по глубине водного объекта являются хорошо выраженные максимумы, обычно вблизи нижней границы термоклина и в гипolimнионе, где концентрация кислорода снижается наиболее резко.

Для нитритов ПДК_в установлена в размере $3,3 \text{ мг/дм}^3$ в виде иона NO_2^- или 1 мг/дм^3 в пересчете на азот. ПДК_{вр} - $0,08 \text{ мг/дм}^3$ в виде иона NO_2^- или $0,02 \text{ мг/дм}^3$ в пересчете на азот.

Фосфор общий

Под общим фосфором понимают сумму минерального и органического фосфора.

Так же, как и для азота, обмен фосфором между его минеральными и органическими формами с одной стороны, и живыми организмами - с другой, является основным фактором, определяющим его концентрацию.

Таблица 4.1.8 Формы фосфора в природных водах

Химические формы P	Общий	Фильтруемый (растворенный)	Частицы
Общий	Общий растворенный и взвешенный фосфор	Общий растворенный фосфор	Общий фосфор в частицах
Ортофосфаты	Общий растворенный и взвешенный фосфор	Растворенные Ортофосфаты	Ортофосфаты в частицах
Гидролизиремые кислотные фосфаты	Общие растворенные и взвешенные гидролизиремые кислотой фосфаты	Растворенные гидролизиремые кислотой фосфаты	Гидролизиремые кислотой фосфаты в частицах
Органический фосфор	Общий растворенный и взвешенный органический фосфор	Растворенный органический фосфор	Органический фосфор в частицах

Концентрация общего растворенного фосфора (минерального и органического) в незагрязненных природных водах изменяется от 5,0 до 200,0 мкг/дм³.

Фосфор - важнейший биогенный элемент, чаще всего лимитирующий развитие продуктивности водоемов.

Поэтому поступление избытка соединений фосфора с водосбора в виде

минеральных удобрений с поверхностным стоком с полей (с гектара орошаемых земель выносится 0,4 - 0,6 кг фосфора), со стоками с ферм (0,01 - 0,05 кг/сут. на одно животное), с недоочищенными или неочищенными бытовыми сточными водами (0,003 - 0,006 кг/сут. на одного жителя), а также с некоторыми производственными отходами приводит к резкому неконтролируемому приросту растительной биомассы водного объекта (это особенно характерно для непроточных и малопроточных водоемов). Происходит так называемое изменение трофического статуса водоема, сопровождающееся перестройкой всего водного сообщества и ведущее к преобладанию гнилостных процессов (и, соответственно, возрастанию мутности, солености, концентрации бактерий). Один из вероятных аспектов процесса эвтрофикации - рост синезеленых водорослей (цианобактерий), многие из которых токсичны.

Выделяемые этими организмами вещества относятся к группе фосфор- и серосодержащих органических соединений (нервно-паралитических ядов). Действие токсинов сине-зеленых водорослей может проявляться в возникновении дерматозов, желудочно-кишечных заболеваний; в особенно тяжелых случаях - при попадании большой массы водорослей внутрь организма - может развиваться паралич.

Фосфор органический

В настоящем разделе не рассматриваются синтезированные в промышленности фосфорорганические соединения.

Природные соединения органического фосфора поступают в природные воды в результате процессов жизнедеятельности и посмертного распада водных организмов, обмена с донными отложениями.

Органические соединения фосфора присутствуют в поверхностных водах в растворенном, взвешенном и коллоидном состоянии.

Фосфор минеральный

Соединения минерального фосфора поступают в природные воды в результате выветривания и растворения пород, содержащих ортофосфаты (апатиты и фосфориты) и поступления с поверхности водосбора в виде орто-, мета-, пиро- и полифосфат-ионов (удобрения, синтетические моющие средства, до-

бавки, предупреждающие образование накипи в котлах, и т.п.), а также образуются при биологической переработке остатков животных и растительных организмов.

Избыточное содержание фосфатов в воде, особенно в грунтовой, может быть отражением присутствия в водном объекте примесей удобрений, компонентов хозяйственно-бытовых сточных вод, разлагающейся биомассы.

Основной формой неорганического фосфора при значениях рН водоема больше 6,5 является ион HPO_4^{2-} (около 90%).

В кислых водах неорганический фосфор присутствует преимущественно в виде H_2PO_4 .

Концентрация фосфатов в природных водах обычно очень мала - сотые, редко десятые доли миллиграммов фосфора в $1,0 \text{ дм}^3$, в загрязненных водах она может достигать нескольких миллиграммов в $1,0 \text{ дм}^3$.

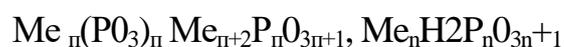
Подземные воды содержат обычно не более $100,0 \text{ мкг/дм}^3$ фосфатов; исключение составляют воды в районах залегания фосфорсодержащих пород.

В методике оценки экологической ситуации, рекомендован норматив содержания растворимых фосфатов в воде — 50 мкг/дм^3 .

Без предварительной подготовки проб колориметрически определяются неорганические растворенные и взвешенные фосфаты.

Полифосфаты

Полифосфаты можно описать следующими химическими формулами:



Полифосфаты применяются для умягчения воды, обезжиривания волокна, как компонент стиральных порошков и мыла, ингибитор коррозии, катализатор, в пищевой промышленности.

Полифосфаты малотоксичны. Токсичность полифосфатов объясняется их способностью к образованию комплексов с биологически важными ионами, особенно с кальцием.

Установленное допустимое остаточное количество полифосфатов в воде хозяйственно-питьевого назначения составляет $3,5 \text{ мг/дм}^3$ (лимитирующий показатель вредности - органолептический).

Соединения серы. Сероводород и сульфиды

Обычно в водах сероводород не содержится или же присутствует в незначительных количествах в придонных слоях, главным образом в зимний период, когда затруднена аэрация и ветровое перемешивание водных масс. Иногда сероводород появляется в заметных количествах в придонных слоях водоемов и в летнее время в периоды интенсивного биохимического окисления органических веществ.

Наличие сероводорода в водах служит показателем сильного загрязнения водоема органическими веществами.

Сероводород в природных водах находится в виде недиссоциированных молекул H_2S , ионов гидросульфида HS^- и весьма редко - ионов сульфида S^{2-} .

Соотношение между концентрациями этих форм определяется значениями pH воды: при $pH < 10$ содержанием ионов сульфида можно пренебречь, при $pH 7$ содержание H_2S и HS^- примерно одинаково, при $pH 4$ сероводород почти полностью (99,8%) находится в молекулярной форме.

Главным источником сероводорода и сульфидов в поверхностных водах являются восстановительные процессы, протекающие при бактериальном разложении и биохимическом окислении органических веществ естественного происхождения, и веществ, поступающих в водоем со сточными водами (хозяйственно-бытовыми, предприятий пищевой, металлургической, химической промышленности, производства сульфатной целлюлозы ($0,01-0,014$ мг/дм³) и др.).

Особенно интенсивно процессы восстановления происходят в подземных водах и придонных слоях водоемов в условиях слабого перемешивания и дефицита кислорода.

Концентрация сероводорода в водах быстро уменьшается за счет окисления кислородом, растворенным в воде, и микробиологических процессов (тионовыми, бесцветными и окрашенными серными бактериями).

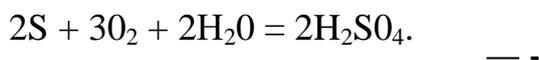
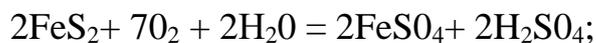
Для водоемов санитарно-бытового и рыбохозяйственного пользования наличие сероводорода и сульфидов недопустимо.

Сульфаты

Сульфаты присутствуют практически во всех поверхностных водах и

являются одними из важнейших анионов.

Главным источником сульфатов в поверхностных водах являются процессы химического выветривания и растворения серосодержащих минералов, в основном гипса, а также окисления сульфидов и серы:



Значительные количества сульфатов поступают в водоемы в процессе отмирания организмов, окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения и с подземным стоком.

В больших количествах сульфаты содержатся в шахтных водах и в промышленных стоках производств, в которых используется серная кислота, например, окисление пирита.

Сульфаты выносятся также со сточными водами коммунального хозяйства и сельскохозяйственного производства.

Концентрация сульфата в природной воде лежит в широких пределах.

В речных водах и в водах пресных озер содержание сульфатов часто колеблется от 5,0 - 10,0 до 60,0 мг/дм³, в дождевых водах — от 1,0 до 10,0 мг/дм³. В подземных водах содержание сульфатов нередко достигает значительно больших величин.

Концентрация сульфатов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям и обычно коррелирует с изменением общей минерализации воды.

Наличие сульфата в промышленной и питьевой воде может быть как полезным, так и вредным.

ПДК_н сульфатов составляет 500,0 мг/дм³, ПДК_{вр} - 100,0 мг/дм³.

Сероуглерод

Сероуглерод представляет собой прозрачную летучую жидкость с резким запахом, которая может в больших количествах попадать в открытые водоемы со сточными водами комбинатов вискозного шелка, заводов искусственной кожи и ряда других производств.

При содержании сероуглерода в количестве 30-40 мг/дм³ наблюдается

угнетающее влияние на развитие сапрофитной микрофлоры.

Максимальная концентрация, не оказывающая токсического действия на рыб, составляет 100,0 мг/дм³.

ПДК_В — 1,0 мг/дм³ (лимитирующий показатель вредности — органолептический), ПДК_{Вр} — 1,0 мг/дм³ (лимитирующий показатель вредности — токсикологический).

Натрий

Натрий является одним из главных компонентов химического состава природных вод, определяющих их тип.

Основным источником поступления натрия в поверхностные воды суши являются изверженные и осадочные породы и самородные растворимые хлористые, сернокислые и углекислые соли натрия. Большое значение имеют также биологические процессы, протекающие на водосборе, в результате которых образуются растворимые соединения натрия.

Кроме того, натрий поступает в природные воды с хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами и с водами, сбрасываемыми с орошаемых полей.

В поверхностных водах натрия мигрирует преимущественно в растворенном состоянии.

Концентрация его в речных водах колеблется от 0,6 до 300,0 мг/дм³ в зависимости от физико-географических условий и геологических особенностей бассейнов водных объектов.

В подземных водах концентрация натрия колеблется в широких пределах - от миллиграммов до граммов и десятков граммов в 1,0 дм³.

Это определяется составом водовмещающих пород, глубиной залегания подземных вод и другими условиями гидрогеологической обстановки.

ПДК_В натрия составляет 200,0 мг/дм³, ПДК_{Вр} - 120,0 мг/дм³.

Калий

Калий - один из главных компонентов химического состава природных вод.

Источником его поступления в поверхностные воды являются геологические породы (полевошпат, слюда) и растворимые соли.

Различные растворимые соединения калия образуются также в результате биологических процессов, протекающих в коре выветривания и почвах.

Для калия характерна склонность сорбироваться на высокодисперсных частицах почв, пород, донных отложений и задерживаться растениями в процессе их питания, роста. Это приводит к меньшей подвижности калия по сравнению с натрием, и поэтому калий находится в природных водах, особенно поверхностных, в более низкой концентрации, чем натрий.

В природные воды калий поступает также с хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами, а также с водой, сбрасываемой с орошаемых полей, и с поверхностным водным стоком с сельскохозяйственных угодий.

Концентрация в речной воде обычно не превышает 18 мг/дм^3 , в подземных водах колеблется от миллиграммов до граммов и десятков граммов в 1 дм^3 , что определяется составом водовмещающих пород, глубиной залегания подземных вод и другими условиями гидрогеологической обстановки.

ПДК_{вр} калия составляет 50 мг/дм^3 .

Фтор

В речные воды фтор поступает из пород и почв при разрушении фторсодержащих минералов (апатит, турмалин) с почвогрунтовыми водами и при непосредственном смыве поверхностными водами.

Источником фтора также служат атмосферные осадки.

Содержание фтора в речных водах колеблется от $0,05$ до $1,9 \text{ мг/дм}^3$, атмосферных осадках — от $0,05$ до $0,54 \text{ мг/дм}^3$, подземных водах — от $0,3$ до $4,6 \text{ мг/дм}^3$, иногда достигая насыщения по отношению к CaF_2 .

В термальных водах концентрация фтора достигает в отдельных случаях 10 мг/дм^3 , в океанах фтор содержится до $1,3 \text{ мг/дм}^3$.

ПДК_в фтора составляет $1,5 \text{ мг/дм}^3$ (лимитирующий показатель вредности - санитарно-токсикологический).

Хлор

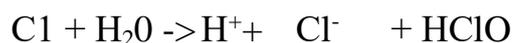
Хлор, присутствующий в воде в виде хлорноватистой кислоты или иона гипохлорита, принято называть свободным хлором.

Хлор, существующий в виде хлораминов (моно- и ди-), а также в виде треххлористого азота, называют связанным хлором.

Общий хлор — это сумма свободного и связанного хлора.

Свободный хлор достаточно часто применяют для дезинфекции питьевой и сточной воды.

При растворении хлора в воде образуются соляная и хлорноватистая кислоты:



В зависимости от условий, таких как рН, температура, количество органических примесей и аммонийного азота, хлор может присутствовать и в других формах, включая ион гипохлорита (ОСГ) и хлорамины.

Активный хлор должен отсутствовать в воде водоемов, лимитирующий показатель вредности общесанитарный .

Хлориды

В речных водах и водах пресных озер содержание хлоридов колеблется от долей миллиграмма до десятков, сотен, а иногда и тысяч миллиграммов на литр. В морских и подземных водах содержание хлоридов значительно выше - вплоть до пересыщенных растворов и рассолов.

Хлориды являются преобладающим анионом в высокоминерализованных водах.

Концентрация хлоридов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям, коррелирующим с изменением общей минерализации воды.

Первичными источниками хлоридов являются магматические породы, в состав которых входят хлорсодержащие минералы (содалит, хлорапатит и др.), соленосные отложения, в основном галит.

Повышенные содержания хлоридов ухудшают вкусовые качества воды, делают ее малопригодной для питьевого водоснабжения и ограничивают применение для многих технических и хозяйственных целей, а также для орошения сельскохозяйственных угодий. Если в питьевой воде есть ионы натрия, то концентрация хлорида выше 250,0 мг/дм³ придает воде соленый вкус.

Концентрации хлоридов и их колебания, в том числе суточные, могут служить одним из критериев загрязненности водоема хозяйственно-бытовыми стоками.

Нет данных о том, что высокие концентрации хлоридов оказывают вредное влияние на человека. ПДК_в составляет 350,0 мг/дм³, ПДК_{вр} - 300,0 мг/дм³.

Бром

— -

Источником поступления бромидов могут быть грунтовые или подземные воды либо сточные воды предприятий химической промышленности.

Бромиды щелочных и щелочноземельных металлов (NaBr, KBr, MgBr₂) встречаются в морской воде (0,065% Br), рапе соляных озер (до 0,2% Br) и подземных рассолах, обычно связанных с соляными и нефтяными месторождениями (до 0,1% Br).

Содержание брома в подземных водах увеличивается с ростом минерализации. Пресные воды отличаются, как правило, наиболее низкими количествами брома, колеблющимися от 0,001 до 0,2 мг/дм³. Сравнительно много брома в водах минеральных источников (до 10-50 мг/дм³)

ПДК_в бромид-иона составляет 0,2 мг/дм³ (лимитирующий показатель вредности -санитарно-токсикологический).

Таблица 4.1.9. Динамика фоновых концентраций загрязняющих веществ в наблюдательных скважинах на поле накопителе за 2022 – 2024 гг.

Наименование веществ	ед изм	2023 год				2024 год				2025 год				Средняя величина за три года
		1 кв	2 кв	3 кв	4 кв	1 кв	2 кв	3 кв	4 кв	1 кв	2 кв	3 кв	4 кв	
<i>I водовыпуск</i>														
Нефтепродукты	мг/дм3	-	-	0,36	0,44	0,23	0,23	0,23	0,23	0,205	0,54	0,489	-	0,3282
Хлориды	мг/дм3	-	-	406,16	416,37	815,6	815,6	815,6	815,6	298,98	456,3	327,6	-	574,2
Сульфаты	мг/дм3	-	-	411,2	422,4	389,6	389,6	389,6	389,6	154,5	424,1	73,26	-	338,21
Взвешенные вещества	мг/дм3	-	-	24	21	23	23	23	23	0,103	27	21	-	20,567
Нитраты	мг/дм3	-	-	1,5	1,65	1,49	1,49	1,49	1,49	1,6192	1,67	1,61	-	1,5566
Нитриты (Азот нитритов)	мг/дм3	-	-	0,158	0,162	3,9	3,9	3,9	3,9	0,148	1,2	0,047	-	1,9239
Полифосфаты	мг/дм3	-	-	1,36	1,42	1,51	1,51	1,51	1,51	0,58	1,2	1,2	-	1,3111
ХПК	мг/дм3	-	-	667	671,2	377,4	377,4	377,4	377,4	144,44	361,2	285,36	-	404,31
БПК	мг/дм3	-	-	4,76	4,71	4,93	4,93	4,93	4,93	2,67	5,1	5,15	-	4,6789
Поверхностно-активные вещества	мг/дм3	-	-	1,65	4,5	1,96	1,96	1,96	1,96	1,37	3,65	2,95	-	2,44

4.2 Методическая основа расчета ПДС

Для расчета допустимых сбросов загрязняющих веществ, отводимых в пруд-накопитель со сточными водами, использовалась Методика определения нормативов эмиссий в окружающую среду, утвержденной Приказом Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 10 марта 2021 года № 63.

Величины ПДК для пруда-накопителя приняты как ПДК из Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам забора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», утвержденных Приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 20 февраля 2023 – № 26.

В качестве предельно-допустимых концентраций в целях нормирования сбросов в водные объекты принимаются концентрации, соответствующие виду водопользования водного объекта.

Выпуск 1 Пруд накопитель замкнутого типа

Расчет допустимой концентрации загрязняющих веществ при сбросе сточных вод в накопителе производится по формуле:

$$C_{дс} = C_{ф} + (C_{дс} - C_{ф}) \times K_{а},$$

Где, $C_{дс}$ – расчетно-установленная концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, обеспечивающая нормативное качество воды в накопителе (в контрольном створе), мг/л;

$C_{ф}$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества в накопителе (в контрольном створе), мг/л;

$C_{дк}$ – допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде конечного водоприемника сточных вод, мг/л;

$K_{а}$ – коэффициент, суммарно учитывающий ассимилирующую, испарительную, фильтрующую способности накопителя.

Коэффициент $K_{а}$ определяется по формуле:

$$K_a = \frac{(q_n + q_i + q_f + q_p)}{q_{ст}}, \quad (14)$$

Где, q_n – удельный объем воды накопителя, участвующий во внутриводоемных процессах, м³/год;

q_i – удельный объем воды, испаряющейся с поверхности накопителя, м³/год;

q_f – объем сточных вод, фильтрующихся из накопителя, м³/год;

q_p – объем потребляемой воды (если такие объемы имеются), м³/год;

$q_{ст}$ – расход сточных вод, отводимых в накопитель, м³/год.

Значения q_n , q_i и q_f находят по формулам:

$$q_n = Q/t_{э}, \quad (15)$$

$$q_i = Q_u/t_{э}, \quad (16)$$

$$q_f = \frac{(k \cdot m \cdot H_o) \cdot 365}{0.366 l_g R/R_k}, \quad (17)$$

где, Q – фактический объем накопителя СВ на момент расчета ПДС, м³;

$t_{э}$ – время фактической эксплуатации накопителя, годы;

Q_u – испарительная способность накопителя, м³;

k – коэффициент фильтрации ложа накопителя, м/сут;

m – мощность водоносного горизонта, м;

H_o – высота столба сточных вод в накопителе, м;

R – расстояние от центра накопителя до контура питания водоносного горизонта, м;

R_k – радиус накопителя, м;

365 – количество суток в году (перевод суток в год).

Расход сточных вод, отводимых в пруд-накопитель:

- на 2026-2028 г. - $q_{ст} = 123,28$ м³/год; $0,3378$ м³/сут; $0,014$ м³/час;

- режим отведения - *постоянный (круглогодичный)*;

- нормируемые показатели - всего **12**, в том числе: *взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, нитраты, нитриты, полифосфаты, БПК, ХПК, ПАВ, нефтепродукты, сухой остаток.*

- категория отводимых СВ - *смешанные стоки*;
- конечный приемник СВ – *пруд-накопитель*;
- регламент качества конечного приемника СВ - ПДК *сан.-гиг.* (2-ой класс).

Характеристика пруда-испарителя, качественный состав сбрасываемых сточных вод пруда-накопителя приведен ниже в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1. Характеристика пруда накопителя

№	Наименование	ед изм	количество
1	Q, фактический объем накопителя СВ на момент расчета ПДС	м ³	21 204
2	t, время фактической эксплуатации накопителя	год	19
3	Qu, испарительная способность накопителя	м ³	45
4	k, коэффициент фильтрации ложа накопителя	м/сутки	0,62
5	m, мощность водоносного горизонта	м	30
6	Но, высота столба сточных вод в накопителе	м	1,2
7	R, расстояние от центра накопителя до контура питания водоносного горизонта,	м	65
8	Rk, радиус накопителя	м	366
9	365 - количество суток в году	дней	
10	Утвержденный расход сточных вод	м ³ /год	33 154,0
		тыс м ³ /месяц	90,8
11	Su площадь зеркала пруда-накопителя	м ²	4560

Удельный объем воды, участвующий во внутриводоемных процессах определяется по формуле (15) :

$$Q_n = 21\ 204 / 19 = 1\ 116\ \text{м}^3/\text{год}$$

Испарительная способность пруда – накопителя определяется по формуле:

$$Q_u = (S_u * \mu / 1000)$$

Где S_u – площадь зеркала накопителя, m^2

$$Q_u = (S_u * \mu / 1000)$$

Где S_u – площадь зеркала накопителя, m^2

μ - среднегодовая норма испарения, mm/m^2

$$\mu = 3,77 * 224 = 844,48 \text{ мм/м}^2 \quad \text{— .}$$

3,77 – среднегодовое количество испарения с 1 m^2 (мм/сутки, согласно данным Бассейновой инспекции за 2024 г)

224 – среднее количество дней (2024 г) в которых происходит испарение влаги

$$Q_u = (4560 * 844,48 / 1000) = 3850,83$$

Удельный объем воды, испаряющийся с поверхности пруда-накопителя определяется по формуле (16):

$$q_n = 3850,83 / 19 = 202,67 \text{ м}^3/\text{год}$$

Объем сточных вод, фильтрующихся из накопителя определяется по формуле:

$$q_{\phi} = \frac{(0,1 * 10 * 3) * 365}{0,365 * l_g * 125 / 120}$$

Расход сточных вод, отводимых в пруд-накопитель составляет 33154,0 тыс m^3 /год.

При определении допустимых концентраций загрязняющих веществ допускается два варианта:

$$\underline{K_a} = (1116 + 3850,83 + 0,0216 + 202,68) / 3311,3 = 1,6$$

В случае, если фоновые концентрации накопителя меньше ее предельно-допустимых концентраций применяется $S_{\phi} < S_{\text{пдк}}$ и как следствие рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{пдс}} = C_{\text{ф}} + (C_{\text{пдж}} - C_{\text{ф}}) * K_{\text{а}}$$

К числу таких загрязняющих веществ относятся: хлориды, сульфаты, нитраты, нитриты, полифосфаты, ХПК, ПАВ.

Расчетные концентрации загрязняющих веществ в сточных водах составят:

$$C_{\text{дс}} = C_{\text{ф}} + (C_{\text{дс}} - C_{\text{ф}}) * K_{\text{а}},$$

Для взвешенных веществ

$$C_{\text{пдс}} = 20,57 + (28,59 - 20,57) * 1,6 = 45,744 \text{ мг/л}$$

Для хлоридов

$$C_{\text{пдс}} = 574,2 + (830,5 - 574,2) * 1,6 = 1328,8 \text{ мг/д}$$

Для полифосфатов

$$C_{\text{пдс}} = 1,31 + (1,63 - 1,31) * 1,6 = 2,608 \text{ мг/л}$$

Для нитритов

$$C_{\text{пдс}} = 1,56 + (1,72 - 1,56) * 1,6 = 2,752 \text{ мг/л}$$

Для нитратов

$$C_{\text{пдс}} = 1,92 + (4,12 - 1,92) * 1,6 = 6,592 \text{ мг/л}$$

Для ПАВ

$$C_{\text{пдс}} = 2,44 + (3,82 - 2,44) * 1,6 = 6,112 \text{ мг/л}$$

Для ХПК

$$C_{\text{пдс}} = 404,31 + (401,23 - 404,31) * 1,6 = 641,968 \text{ мг/м}$$

Для БПК

$$C_{\text{пдс}} = 4,68 + (5,2 - 4,68) * 1,6 = 8,32 \text{ мг/м}$$

Для сульфатов

$$C_{\text{пдс}} = 338,21 + (420,2 - 338,21) * 1,6 = 672,32 \text{ мг/л}$$

Таблица 4.2.2 Расчет допустимых сбросов загрязняющих веществ

Показатели загрязнения	ЭНК ¹	Фактическая концентрация, мг/дм ³		Фактическая концентрация, Сф, мг/л	Расчетные концентрации, мг/дм ³	на 2026-2028 гг		
		средняя за 3 года	максимальная за 3 года			Нормы НДС, мг/дм ³	Утвержденный НДС	
							г/час	т/год
1 водовыпуск								
Нефтепродукты	0,57	0,33	0,54	0,33	0,33	0,33	0,002162	18,93474
Хлориды	830,5	574,20	815,60	574,2	1328,80	574,20	3,76101	32946,448
Сульфаты	429,2	338,20	422,40	338,2	672,32	338,20	2,21521	19405,24
Взвешенные вещества	28,59	20,57	27,00	20,57	45,74	20,57	0,134734	1180,2655
Нитраты	1,72	1,56	1,67	1,56	2,75	1,56	0,010218	89,50968
Нитриты (Азот нитритов)	4,12	1,92	3,90	1,92	6,59	1,92	0,012576	110,16576
Полифосфаты	1,63	1,30	1,51	1,3	6,11	1,30	0,008515	74,5914
ХПК	404,23	404,30	671,20	404,3	641,97	404,30	2,648165	23197,925
БПК	5,2	4,68	5,15	4,68	8,32	4,68	0,030654	268,52904
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	3,82	2,44	3,65	2,44	6,11	2,44	0,015982	140,00232
сухой остаток	1204,6					1204,60	7,89013	69117,539

По сухому остатку при расчете НДС допускается применить величину 1500 г/м³ в качестве предельного уровня для предприятий расположенных в районах с повышенной минерализацией природных вод.

4.2. Нормативы допустимых сбросов

Нормативы сбросов загрязняющих веществ со сточными водами объекта «Рудник «Мынкудук» ТОО «Казатомпром-SaUran» в пруд-накопитель на существующее положение на момент разработки НДС - 2025 г и нормирование на период 2026-2028 гг. приведены в таблице ниже. Расчетные значения для определения величины НДС выбираются средние данные за предыдущие три года.

**Нормативы предельно-допустимых сбросов загрязняющих веществ со сточными водами в пруд накопитель
Рудник «Мынкудук»**

Таблица 4.2.3. Нормативы ПДС ЗВ

Номер выпуска	Наименование показателя	Существующее положение 2025 г.				
		Расход сточных вод		Концентрация на выпуске, мг/дм ³	Сброс	
		м ³ /ч	тыс. м ³ /год		г/ч	тыс. т/год
1	Нефтепродукты	3,7847	33,154	0,33	1,2	10,941
	Хлориды			574,2	2 173,2	19,04
	Сульфаты			338,2	1 280,0	11,21
	Взвешенные вещества			20,57	77,9	0,68
	Нитраты			1,56	5,9	0,05
	Нитриты (Азот нитритов)			1,92	7,3	0,06
	Полифосфаты			1,3	4,9	0,04
	ХПК			404,3	1 530,2	13,40
	БПК			4,68	17,7	0,59
	Поверхностно-активные вещества (ПАВ)			2,44	9,2	0,08
	сухой остаток			1204,6	4 559,0	39,94
	водородный показатель			7,5	28,4	0,25
	ВСЕГО:				9 694,89	96,29

Продолжение таблицы 4.2.3

Номер выпуска	Наименование показателя	Нормативы сбросов, г/ч, и лимиты сбросов, т/год, загрязняющих веществ от основной деятельности на 2026-2028 гг.				
		Расход сточных вод		Концентрация на выпуске, мг/дм ³	Сброс	
		м ³ /ч	тыс. м ³ /год		г/ч	тыс. т/год
1	Нефтепродукты	3,7847	-	0,54	2,0	17,903
	Хлориды			815,6	3 086,8	27,04
	Сульфаты			422,4	1 598,7	14,00
	Взвешенные вещества			27	102,2	0,90
	Нитраты			1,67	6,3	0,06
	Нитриты (Азот нитритов)			3,9	14,8	0,13
	Полифосфаты			1,51	5,7	0,05
	ХПК			671,2	2 540,3	22,25
	БПК			5,15	19,5	0,65
	Поверхностно-активные вещества (ПАВ)			3,65	13,8	0,12
	сухой остаток			1204,6	4 559,0	39,94
	водородный показатель			7,5	28,4	0,25
	ВСЕГО:				11 977,52	123,28

4.3 Влияние сбросов загрязняющих веществ на окружающую среду

Сброс сточных вод промплощадки Рудника «Мынкудук» производится в пруд накопитель. Планом природоохранных мероприятий предусматривается периодический аналитический контроль за качеством сбрасываемых сточных вод.

Незначительный сброс сточных вод промплощадки Рудника «Мынкудук» не будет влиять на подземные воды. Ближайший водозабор подземных вод для питьевого назначения расположен в 55 км от пруда накопителя промплощадки Рудника «Мынкудук».

Рельеф местности представляет собой песчано-глинистую полого наклонную к югу и юго-востока равнину. Абсолютные отметки в районе промплощадки Рудника «Мынкудук» составляют от 258,0 до 260,0 м.

В описываемом районе грунтовые воды залегает на глубине 34,5 м.

В нашем случае инфильтрационная вода сточных вод из пруда накопителя в процессе миграции (10) в безводной зоне претерпевает существенное изменения. В зависимости литолого- геохимической характеристики в безводной зоне (в нашем случае очень мощная безводная зона и составляет около 34,5 м) происходит физико-химические процессы между жидкой и твердой фазой. В этой среде инфильтрационные сточные воды подвергаются существенному изменению:

- кислотные соединения нейтрализуется карбонатными соединениями;
- сероводород окисляется;
- органические вещества подвергаются процессу минерализации, а болезнетворные микробы гибнут.

Исходя, из вышеизложенного, можно сделать вывод, что миграционный процесс инфильтрационных вод (сточных вод) от пруда накопителя не будет оказывать неблагоприятного влияния на окружающую среду.

4.4 Расчет нормативов ПДС для хоз-бытовых стоков в пруд накопитель и рельеф местности

Согласно исходным данным, выданным Заказчиком, расчет ведется по следующим веществам: взвешенные вещества, сухой остаток, нефтепродукты,

фосфаты, аммонийный азот, нитраты, нитриты, СПАВ и БПК, ХПК, хлориды, сульфаты.

Нормативы сбросов загрязняющих веществ на существующие положение и на срок достижения ПДС по промплощадки Рудника «Мынкудук» ТОО «Казатомпром-SaUran» Филиал Степное РУ представлены в таблице 4.2.3. Нормативы сбросов.

4.5 Мероприятия по соблюдению нормативов ПДС

Обеспечить инструментальный контроль за качеством сточных вод, с определением эффективности очистных сооружений 1 раз в квартал.

Для контроля за фоновым состоянием стоков в пруде накопителе обеспечить отбор проб воды из прудов - 1 раз в квартал.

Раздел 5. Обработка и складирование осадков сточных вод

От маломощных очистных сооружений, предусмотрено удаление осадков.

Вышеуказанные установки обеспечивают очистку сточных вод до показателей, соответствующих нормативным требованиям к ПДК загрязнений в воде водоемов, что позволяет сбрасывать очищенные воды непосредственно в водоем, в дренажные каналы, придорожные кюветы и т.п.

Очистка от осадка производится по мере заполнения осадков сорбционного фильтров.

Ниже приводятся проектные характеристики очистной установки.

Наименование	Ед.изм.	Взвешенные в-ва	Нефтепродукты	ВПК
Поступающая сточная вода	Мг/л	До 500,0	До 50,0	До 30,0
Вода после очистки	Мг/л	До 10,0	0,3 - 2,0	3,0 -5,0

Раздел 6. Контроль за соблюдением нормативов ПДС на предприятии

Контроль и наблюдение за воздействием на подземные воды внутри и вокруг зоны добычи будет основной задачей во время промышленной добычи и в период демонтажа и рекультивации.

Для контроля за влиянием процессов ПВ на подземные и поверхностные воды осуществляется лабораторный контроль за состоянием подземной воды всех вскрытых горизонтов через сеть наблюдательных скважин, на территории перерабатывающего комплекса (промплощадки) и полигона скважин.

Из этих скважин, согласно «План-графика ведения производственного контроля за соблюдением норм загрязнения окружающей среды проектируемого участка работ промплощадки Рудника «Мынкудук» в соответствии с номенклатурой, объемом и периодичностью радиационного контроля на предприятиях ПСВ урана АО НАК «Казатомпром», утвержденные компанией и согласованные с территориальной санэпидстанцией, производится отбор проб воды с последующим радиохимическим и общим химическим анализом.

Кроме того, по наблюдательным скважинам ежеквартально определяются пьезометрические уровни. Периодичность и виды опробования наблюдательных скважин определяются согласно «Регламента использования наблюдательных скважин за техногенным воздействием процесса ПСВ на подземные воды».

По результатам анализов по наблюдательным скважинам производится также оценка по загрязнению подземных вод очищенными стоками с пруда накопителя.

Список использованной литературы

Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года № 481-П (с изменениями и дополнениями по состоянию на 28.04.2016 г.);

Экологический кодекс Республики Казахстан, Астана, Аккорда, 9 января 2007 года, с изменениями и дополнениями по состоянию на 12.06.2016 г.);

РНД 211.2.03.01-97 Инструкция по нормированию сбросов загрязняющих веществ в водные объекты

Рекомендации по оформлению и содержанию проекта нормативов предельно допустимых сбросов в водные объекты (ПДС) для предприятий (1992)

«Методика расчета предельно-допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ, отводимых со сточными водами предприятий в накопители (временная)», утвержденная Министерством экологии и биоресурсов от 08.10.97 г.

Приказ Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 14 апреля 2005 года № 129-п Об утверждении Инструкции по контролю за работой очистных сооружений и отведением сточных вод (с изменениями и дополнениями от 27.05.2005 г.)

Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования по установлению санитарно-защитной зоны производственных объектов» (утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 20 марта 2015 года № 237)

СНиП РК 4.01-02-2009 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. (с изменениями по состоянию на 05.03.2016 г.)

СН РК 4.01-03-2011 Водоотведение Наружные сети и сооружения (с изменениями по состоянию на 05.03.2016 г.)

СанПиН 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения»

ПРИЛОЖЕНИЯ